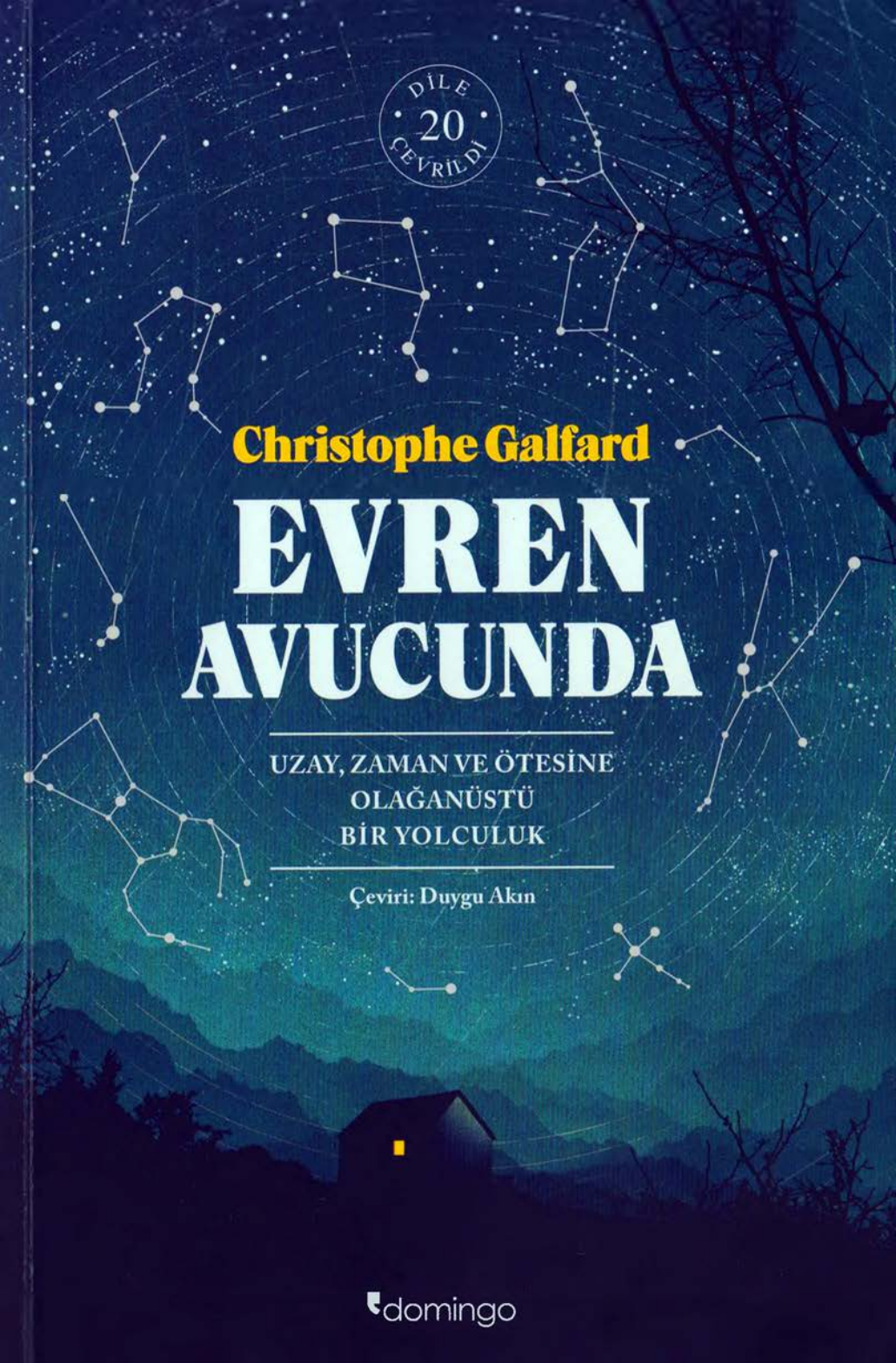

DİLE
20
ÇEVRİLDİ
Christophe Galfard
EVREN
AVUCUNDA
UZAY, ZAMAN VE ÖTESİNE
OLAĞANÜSTÜ
BİR YOLCULUK
Çeviri: Duygu Akın
domingo

Evren Avucunda

Christophe Galfard

Evren Avucunda

Uzay, Zaman ve Ötesine Yolculuk

Çeviri: Duygu Akın

domingo

domingo

EVREN AVUCUNDA
CHRISTOPHE GALFARD

Özgün ismi: The Universe in Your Hand
© 2015, 2016 Christophe Galfard

Bu kitabın Türkçe yayın hakları Anatolialit Telif Ajansı aracılığıyla alınmıştır.

Türkçe yayın hakları:
© 2017 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.
Sertifika No: 12746
Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Çeviri: Duygu Akın
Editör: Algan Sezgintüredi
Kapak Tasarımı: Ignasi Font / Blackie Books
Kapak Uyarlama: Melike Oran
Sayfa Uygulama: Bahadır Erşık

ISBN: 978 605 198 002 7

Baskı: Mayıs 2017
Matsis Matbaa Hizmetleri Tic. Ltd. Şti.
Tevfikbey Mah. Dr. Ali Demir Cad. No: 51
Sefaköy, İstanbul
Tel: (212) 624 21 11 Sertifika No: 20706

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tümünün veya içeriğinin herhangi bir bölümünün yayıncının yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılması yasaktır.

Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.
Şahkulu Mah. Büyük Hendek Cad.
Brot Apt. No: 4 D: 10 Beyoğlu İstanbul
Tel: (212) 245 08 39
e-posta: domingo@domingo.com.tr
www.domingo.com.tr

Marius ve Honoré'ye

Yazar Hakkında

Christophe Galfard, Cambridge Üniversitesi'nde 2000-2006 yılları arasında Profesör Stephen Hawking'in öğrencisi olarak teorik fizik doktorası yapmıştır. Araştırması karadelik bilgi paradoksu üzerinedir. Sonrasında bilimin iletişimine odaklanmış, her yaş ve eğitim durumundan insanı hedefleyen sunumlar, televizyon programları kurgulamış, kişisel internet sayfasındaki "ask me about universe" sekmesi ile okurlarıyla doğrudan bağ oluşturmuş (tüm meraklı zihinlere tavsiyemizdir) ve nihayetinde bilimin popülerleşmesinde günümüzün en önemli simalarından birine dönüşmüştür. Stephen Hawking ve kızı Lucy Hawking ile birlikte kaleme aldığı, genç okuru hedefleyen ve 45 dile çevrilen *Evren'e Açılan Gizli Anahtar* romanının yanı sıra içine bilimin fazlasıyla sızdığı –Türkçeye de çevrilmiş– üç çocuk-gençlik romanının yazarıdır. Fransa'da 2015 yılının en iyi bilim kitabı seçilen Evren Avucunda 19 ülkede yayımlanmış ve pek çok ülkede çoksatanlar listelerine girmiştir.

İçindekiler

Önsöz 1

Birinci Kısım Kozmos 3

İkinci Kısım Uzayı Anlamlandırmak 51

Üçüncü Kısım Hızlı 115

Dördüncü Kısım Kuantum Dünyasına Şöyle Bir Dalış 143

Beşinci Kısım Uzay ve Zamanın Başlangıcına Doğru 197

Altıncı Kısım Beklenmedik Sırlar 251

Yedinci Kısım Bilinenin Bir Adım Ötesi 319

Sonsöz 351

Teşekkür 361

Kaynakça 363

Dizin 365

Önsöz

Başlamadan önce sizinle paylaşmak istediğim iki şey var.

İlki, size vereceğim bir söz, ikincisi ise bir temenni.

Vereceğim söz şu: Bu kitapta sadece bir tane denklem göreceksiniz. O da

$$E = mc^2$$

Temennimse bu kitapta hiçbir okuyucuyu geride bırakmamak. Birazdan günümüz bilimi tarafından anlaşıldığı şekliyle "evrende" bir yolculuğa çıkacaksınız. Bu meselenin hepimiz tarafından anlaşılabileceği ise benim en derin inancım.

Yolculuğumuz evden çok uzaklarda, dünyanın öte yanında başlıyor.

Birinci Kısım

Kozmos

1 | *Sessiz Patlama*

Kendinizi ılık, bulutsuz bir yaz gecesinde, uzaklardaki bir volkanik adada hayal edin. Adayı kuşatan okyanus bir göl kadar dingin. Bembeyaz kumları küçük dalgalar yalıyor sadece. Çıt yok. Kumsalda uzanmışsınız. Gözleriniz kapalı. Gündüz güneşin kavurup kuruttuğu ılık kumlar, hoş ve egzotik kokularla dolu havayı ısıtıyor. Dört bir yanınız huzur dolu.

Sonra aniden, uzaklardan gelen vahşi bir çığlıkla yerinizden sıçrayıp gözlerinizi karanlığa dikiyorsunuz.

Ardından... sessizlik.

Az önce çığlık atan her neydiyse şimdi suskun. Korkacak bir şey yok besbelli. Ada kimi canlılar için tehlikeli olabilir ama sizin için değil. İnsansınız ne de olsa, avcıların en güçlüsü. Arkadaşlarınız da birazdan içki için size katılacaklar. Hem tatildesiniz burada, canım. Yeniden kumlara uzanıp dikkatinizi türünüze layık düşüncelere odaklıyorsunuz.

Uçsuz bucaksız gökyüzünde sayısız minik ışık titreşip duruyor. Yıldızlar. Çıplak gözle bile her yerde görebiliyorsunuz onları. Çocukluğunuzda sorduğunuz sorular geliyor aklınıza: Nedir bunlar? Şu yıldızlar nedir? Niçin titreşirler? Ne kadar uzaktalar? Şimdi ise merak ediyorsunuz: Günün birinde *gerçekten* öğrenebilecek miyiz? Bir iç çekerek ılık kumların üstünde gevşiyor ve bu saçma soruları bir kenara bırakıp "Ne diye kafamızı bunlarla yoralım ki?" diye düşünüyorsunuz.

Tepede küçücük bir yıldız göğü boydan boya geçiyor ve siz dilek tutmaya hazırlanırken olağanüstü bir şey oluyor: Son sorunuza cevap verircesine bir anda 5 milyar yıl geçiyor ve kendinizi kumsalda değil, uzayın boşluğunda süzülürken buluyorsunuz. Görebiliyor, duyabiliyor ve hissedebiliyorsunuz ama bedeniniz yok. Cisimsizsiniz. Zihinden ibaretsiniz. Üstelik neler oldu, diye

düşünecek ya da haykırıp yardım isteyecek fırsatınız bile yok çünkü olmadık bir durum içindesiniz.

Tam karşınızda, birkaç yüz bin kilometre ötede bir küre, uzaklardaki küçücük yıldızların oluşturduğu fonda uçuyor. Koyu turuncu bir ışıkla parlıyor, size doğru geliyor ve dönüyor. Çok geçmeden küre yüzeyinin eriyik kayalarla kaplı ve gördüğünüz şeyin aslında bir gezegen olduğunu anlıyorsunuz. Sıvılaşmış bir gezegen.

Hayretler içindesiniz; bir soru geliyor aklınıza: Hangi devasa ısı kaynağı böyle bir *dünyayı* tümden sıvılaştırabilir?

Sonra birden sağ tarafınızda muazzam bir yıldız beliriyor. Gezegene kıyasla akıllara durgunluk verecek boyutlarda. O da yine dönüyor, yine o da uzayda ilerliyor. Üstelik büyüyormuş gibi bir hali var.

Gezegen şimdi çok daha yakınınızda olan ama akıl almaz bir hızla büyümeyi sürdüren dev topun karşısında küçücük, turuncu bir misketten farksız. Dev top ise şimdiden, bir dakika önceye kıyasla iki katına çıkmış. Şu an kızıl bir tona bürünmüş ve etrafa hiddetle milyon derece sıcaklıkta plazma sarmalları püskürtüyor. Sarmallar uzayda adeta ışık hızında patlamalar yaratıyor. Karşınızdaki manzaranın her yönüyle ürkütücü bir güzelliği var. Aslına bakarsanız, evrende gerçekleşebilecek en şiddetli olaylardan birini görüyorsunuz. Ama çıt çıkmıyor. Çıkmıyor çünkü ses, uzay boşluğunda yayılmıyor.

Yıldız *elbette* bu hızla büyümeye devam edemez, diye düşünüyorsunuz; ama ediyor. Şimdi hayal edemeyeceğiniz boyutlara ulaştı. Dayanabileceğinin çok ötesinde enerjiye maruz kalan sıvılaşmış gezegen ise patlayarak yok oluyor. Yıldız bunu fark etmiyor bile. Büyümeyi sürdürüyor; başlangıçtaki boyutunun neredeyse yüz katına ulaşıyor; derken aniden patlıyor ve içindeki maddenin tamamını uzaya saçıyor.

Hayaletimsi bedeninizden bir şok dalgası geçiyor ve patlamadan geriye sadece dört bir yana püsküren toz parçaları kalıyor. Yıldız yok oldu gitti. Tanrılara layık bir hızla, yıldızlararası boşluğa yayılmış, rengârenk ve görkemli bir buluta dönüştü.

Yavaş yavaş kendinize geliyorsunuz ve neler olduğunu kavramaya başladığınız sırada tuhaf bir aydınlanma, korkunç gerçeği aklınıza getiriyor. Az önce ölen yıldız, herhangi bir yıldız değildi. Güneş'ti. Bizim Güneşimiz. Onun parlaklığıyla yok olup giden eriyik gezegense Dünya'ydı.

Gezegenimiz. Yuvanız. Artık yok.

Tanıklık ettiğiniz manzara, dünyanın sonuydu. Öyle kurgusal bir son ya da Mayalardan kaldığı söylenen zorlama bir fantezi değil... Gerçek son. İnsanlığın, siz doğmadan bir süre öncesinden, yani az önce gördüklerinizden beş milyar yıl öncesinden bu yana gerçekleşeceğini bildiği bir son.

Tüm bu düşünceleri toparlamaya çalıştığınız sırada zihniniz birden şimdiki zamana, kumsalda uzanan bedeninize dönüyor.

Kalbiniz hızla çarpmaya başlıyor ve tuhaf bir rüyadan uyanmışçasına doğrulup etrafınıza bakıyorsunuz. Ağaçlar, kumlar, deniz ve rüzgâr bıraktığınız gibi. Arkadaşlarınız size doğru geliyor. Uzaklarda görebiliyorsunuz onları. Ne oldu peki? Uyuya mı kaldınız? Gördükleriniz rüya mıydı? Sorularınız farklı bir yöne doğru kayarken, tekinsiz bir his kaplıyor içinizi: Ya hepsi gerçektiyse? Güneş günün birinde sahiden patlayacak mı? Patlayacaksa insanlığa ne olacak? Böyle bir kıyametten sağ çıkan olur mu? Anılarımıza varana dek varlığımıza ilişkin her şey ama her şey, kozmik unutulmuşluklar arasında yitip gidecek mi?

Bir kez daha yıldızlarla ışıldayan gökyüzüne bakıyor ve az önce olanları anlamlandırmaya çalışıyorsunuz. Gördüklerinizin rüya olmadığını içten içe biliyorsunuz. Zihniniz yeniden kumsala dönmüş ve bedeninizle bütünleşmiş olsa da *gerçekten de* zamanın ötesine, çok uzak bir geleceğe gittiğinizin ve kimsenin görmemesi gereken bir şeyi gördüğünüzün farkındasınız.

Sakinleşmek için yavaşça nefes alıp verirken, rüzgâr, dalgalar, kuşlar ve yıldızlar sadece sizin duyabileceğiniz bir şarkıyı fısıldıyormuş gibi tuhaf sesler duyuyorsunuz. Birden neyin şarkısını söylediklerini anlıyorsunuz. Şarkı, hem bir uyarı hem bir davet. Olası tüm gelecekler içinde, Güneş'in kaçınılmaz ölümünden ve

diğer pek çok felaketten insanlığın sağ çıkması için izlenebilecek tek bir yol olduğunu fısıldıyorlar.

Bilginin, bilimin yolu.

Yalnızca insanlara açık bir yolculuk.

Çıkmak üzere olduğunuz yolculuk.

Yine vahşi bir çığlık gecenin sessizliğini parçalıyor ama bu defa onu duymuyorsunuz bile. Az önce zihninize ekilen bir tohum filizlenmeye başladı. Şu evren hakkında neyin bilinip neyin bilinmediğini öğrenme arzusuna kapılıyorsunuz.

Başınızı tevazuyla bir kez daha kaldırarak, bu kez bir çocuğun gözleriyle bakıyorsunuz göğe.

Evren neden yapılmış? Dünya'nın çevresinde neler var? Peki, ya ötesinde? Ne kadar uzağı görebiliriz? Evrenin geçmişi hakkında bilinen bir şey var mı? Hatta evrenin geçmişi var mı?

Dalgalar tatlı tatlı kıyıya vururken ve siz bu kozmik sırların günün birinde araştırılıp araştırılmayacağını düşünürken, yıldızların kırpışan ışıkları bedeninizi gevşeterek sizi yarı baygın bir *hale sokuyor*. Yaklaşan arkadaşlarınızın konuşmalarını duyuyorsunuz ama dünyayı nedense şimdiden birkaç dakika öncesinden farklı hissediyorsunuz. Her şey sanki daha bir zengin, daha bir derin. Zihniniz ve bedeniniz bugüne dek düşünebildiğinizden çok çok daha büyük bir şeyin parçası sanki... Elleriniz, bacaklarınız, teniniz... Madde... Zaman... Uzay... Etrafınızı kuşatan birbirine dolanmış kuvvet alanları...

Varlığından haberdar bile olmadığınız bir perde, dünyanın üstünden kalkmış, gizemli ve beklenmedik bir gerçekliği gözler önüne seriyor adeta. Zihniniz yeniden yıldızların arasında olma özlemi duyuyor ve içinize, olağanüstü bir yolculuğun az sonra sizi yaşadığınız dünyadan çok uzaklara götüreceği hissi doğuyor.

2 | *Ay*

Bunu okuyorsanız 5 milyar yıl ileriye yolculuk yaptınız bile demektir. Eh, nereden baksanız iyi bir başlangıç. Hayal gücünüzün iyi işlediğine güvenebilirsiniz ki bu da harika bir şey çünkü uzay ve zamanda, madde ve enerjide yolculuk yaparak, yirmi birinci yüzyıl başı perspektifinden gerçekliğimiz hakkında bilinenleri keşfetmeniz için tek ihtiyacınız, hayal gücü.

İsteğiniz dışında oldu belki ama doğanın işleyişini anlamak için hiçbir şey yapılmadığı takdirde insanlığı hatta yeryüzü üstündeki tüm yaşam formlarını nasıl bir kaderin beklediğini gördünüz. Uzun vadede hayatta kalabilmemiz, ölmek üzere olan hiddetli bir Güneş tarafından yutulmamamız için tek şansımız, geleceğimizi kendi ellerimize almamız. Bunu başarmak içinse doğanın yasalarını ortaya çıkarmalı ve onlardan yararlanmayı öğrenmeliyiz. Önümüzde uzun bir yol var desek yanlış olmaz. İlerleyen sayfalarda bulacaklarınız ise şimdiye kadar öğrendiklerimizin tümü.

Evrenimizde yolculuk yaparken, kütleçekimin ne anlama geldiğini, atomlar ve parçacıkların birbirlerine dokunmadan nasıl etkileşime girdiğini keşfedeceksiniz. Evrenimizin sırlarla dolup taştığını ve bu sırların izinde nasıl yeni madde ve enerji türlerine ulaşıldığını göreceksiniz.

Bilinen her şey önünüze serildikten sonra bilinmeyene geçiş yapacak ve günümüzün en parlak teorik fizikçilerinin, bizim de parçası olduğumuz feci tuhaf birtakım gerçeklikleri açıklamak için neleri araştırdığını göreceksiniz. Bu noktada paralel evrenler, çoklu evrenler ve yeni boyutlar tabloya girecek. Tüm bunların ardından, insanın bin yıldır biriktirip geliştirdiği bilginin ışığıyla belki gözleriniz ışıldayacak. Ancak kendinizi hazırlayın. Yakın geçmişte gerçekleşen keşifler, doğru olduğuna inandığımız

her şeyi değiştirdi. Anladık ki evren beklediğimizden akıl almaz derecede büyük olmakla kalmayıp atalarımızın hiçbirinin hayal edemediği kadar da güzelmiş. Hazır başlamışken, bir güzel haber daha verelim: Bugüne dek çözebildiğimiz kadar sırrı çözmüş olmamız, biz insanları yeryüzü üstünde yaşamış tüm diğer yaşam türlerinden farklı kılıyor. Bu da iyi bir şey çünkü diğer yaşam formlarının çoğu zamanla yok oldu. Dinozorlar gezegenimizde 200 milyon yıl kadar hâkimiyet sürdüler; bizse aynısını anca birkaç yüz bin yıldır yapıyoruz. Dinozorların çevreyi sorgulamak ve bir şeylerin sırrını çözebilmek için bolca vakti oldu. Ama bunu yapmadılar. Sonunda da öldüler. Bugün biz insanlar en azından tehlike arz eden bir asteroidi yörüngesinden saptırmayı deneyecek kadar erken tespit etmeyi umabiliyoruz. Bunu söylemek haksızlık olabilir ama geri dönüp bakınca dinozorların yok oluşunu, teorik fizikten bihaberlikleriyle ilişkilendirebiliriz.

Ancak siz şimdilik kumsalda uzanmayı sürdürüyorsunuz ve ölen Güneş'in anısı zihninizde hâlâ capcanlı. Henüz fazlaca derin bilgi sahibi değilsiniz ve açık söylemek gerekirse, gökte kırpışan küçük noktacıklar da sizin varlığınızdan tamamen habersiz görünüyorlar. Yeryüzü türlerinin yaşamı ve ölümü hiçbir fark yaratmıyor onlar için. Uzayda zaman, bedeninizin kavrayamayacağı bir ölçekte işliyor gibi. Yeryüzündeki bir türün baştan sona tüm var oluşu, bunca uzakta parıldayan tanrılar için bir parmak şıklatmalık zaman kadar sürüyor belki de...

Bundan üç yüz yıl önce tüm zamanların en ünlü ve parlak bilimcilerinden Britanyalı fizikçi ve matematikçi Isaac Newton, Cambridge Üniversitesi'nden bize kütleçekimi sunan adam, zamanı tam da bu şekilde düşündü: Ona göre bir yanda hepimiz tarafından hissedilen ve saatlerimizle ölçülen zaman vardı, bir de Tanrı'nın zamanı. Yani, akıp gitmeyen, anlık zaman. Newton'ın Tanrı bakış açısına göre ileri ve geri yönde sonsuzluğa uzanan insan zamanının çizgisi, tek bir andan öte bir şey değildir. Tanrı onu tek bir göz kırpmalık süre içinde görür.

•

Ancak siz, Tanrı değilsiniz. Dostunuz sessizce içkinizi koyarken, yıldızları izliyor ve sizi bekleyen işin ağırlığı karşısında bunalıyorsunuz. Tüm bunlar çok büyük, çok uzak ve çok yabancı... Nereden başlamalı? Teorik fizikçi değilsiniz ya... Ama pes edecek biri de değilsiniz. Gözleriniz ve merakınız var. Bu yüzden de kumlara uzanıyor ve görebildiklerinize odaklanarak işe başlıyorsunuz.

Gökyüzü genel olarak karanlık.

Tabii bir de yıldızlar var.

Yıldızların arasında ise çıplak gözle bakıldığında beyazımsı bir ışıkla parıldayan, sönük bir bant seçebiliyorsunuz.

O ışığın ne olduğunu bilmeseniz de, bandın Samanyolu olduğunu biliyorsunuz. Bandın eni dolunayın yaklaşık on katı kadar. Son zamanlarda pek olmasa da gençliğinizde defalarca seyretmişsiniz onu. Şimdi bakınca ne kadar çarpıcı göründüğünü ve atalarımız tarafından geçmişten beri fark edilmiş olması gerektiğini düşünüyorsunuz. Haklısınız da... İnsanların ne olduğunu tartışarak geçirdiği yüzlerce yılın ardından Samanyolu'nu şimdi öğrenmemiz, kaderin bir cilvesi gibi – ışık kirliliği insanın yaşadığı pek çok yerde onu görünmez kıldığı halde.

Ne var ki bulunduğunuz tropik adadan bakıldığında akıllara durgunluk veren bir görüntüsü var Samanyolu'nun. Üstelik Güneş'in gün içinde doğudan batıya ilerlediği gibi, o da gökyüzünde yer değiştiriyor.

İnsanlık geleceğinin Dünya'yı saran göğün ötesinde bir yerlerde yatıyor olabileceği ihtimali zihninizde gerçeklik kazanmaya başlıyor ve sizi büyülüyor. Dikkatinizi topluyorsunuz ve çıplak gözle evrendeki her şeyin görülüp görülemeyeceğini merak ediyorsunuz. Ama kafanızı iki yana sallıyorsunuz. Güneş, Ay, Venüs, Mars ya da Jüpiter gibi bazı gezegenler, birkaç yüz yıldız* ve Samanyolu denen o beyazımsı bulanık çizginin Her Şey'e karşılık gelmediğini biliyorsunuz. Orada, gözlerden ırak

* Karanlık bir gecede size milyonlarca yıldız görüyormuşsunuz gibi gelebilir. Oysa gerçekte insan gözü bir şehirden bakarak sadece birkaç yüz; ışık kirliliği olmayan kırsal kesimden ise 4.000 ila 6.000 kadar yıldızı ayırt edebilir.

yerlerde, yıldızların arasında saklı bazı gizemler var; ortaya çıkarılmayı bekleyen gizemler... Hepsini inceleyebilecek olsanız, ne yapardınız? Dünya'nın yakın çevresinden işe başlardınız elbette. Sonra... Sonra alıp başınızı, olabildiğince uzaklara giderdiniz... Ardından ise... Zihniniz gerekeni yapıyor!

İnanılmaz gibi gelse de zihniniz *gerçekten* bedeninizden uzaklaşmaya başlıyor, yukarı, yıldızlara doğru yükseliyor.

Bedeniniz ve üstünde uzandığı ada hızla uzaklaşırken, bir baş dönmesi hissine tutuluyorsunuz. Sizin tinsel bir formunuza bürünmüş olan zihniniz yukarı ve ardından doğuya yöneliyor. Böyle bir şey nasıl olabiliyor, hiçbir fikriniz yok ama gelin görün ki en yüksek dağların da tepesine çıkmış durumdasınız. Kıpkızıl bir Ay ufkun en uzak yerinde beliriyor ve daha ne olduğunu anlayamadan kendinizi Dünya atmosferinin dışında, gezegenimizi tek doğal uydumuzdan ayıran 380.000 kilometrelik boşlukta uçarken buluyorsunuz. Uzaydan bakıldığında Ay, Güneş kadar beyaz görünüyor.

Bilgiye yolculuğunuz başladı.

Daha önce ancak bir düzine kadar insanın yaptığı şeyi yaptınız ve Ay'a ulaştınız. Cisimsiz bedeninizle şimdi orada yürüyorsunuz. Dünya, Ay ufkunun gerisinde gözden kayboluyor. Siz Ay'ın *Karanlık Yüzü* denen, gezegenimizi hiçbir zaman görmeyen tarafındasınız. Ne mavi bir gök var burada ne de rüzgâr. Tepede ise Dünya'nın herhangi bir yerinde görebileceğinizden çok daha fazla yıldız var ve hiçbiri de titreşmiyor. Tüm bunların nedeni ise Ay'da atmosfer olmaması. Ay toprağında uzay, yerin bir milimetre üstünden başlıyor. Yüzeye serpilmiş yara izlerini silip yok edebilen hava koşulları yok. Dört bir yan kraterlerle, bir zamanlar bu çorak topraklara düşmüş şeylerin zamanda donmuş anılarıyla kaplı.

Ay'ın Dünya'ya bakan tarafına doğru ilerlemeye başladığınızda, uydunun doğumuyla başlayan tüm geçmişi, sihirli bir biçimde zihninizi dolduruyor ve siz sersemlemiş halde başınızı eğip ayaklarınızın altındaki toprağa bakıyorsunuz.

O ne şiddet öyle!

Bundan 4 milyar yıl kadar önce genç gezegenimize Mars büyüklüğünde başka bir gezegen çarpmış. Çarpışma, gezegenimizden büyük bir parçanın koparak uzaya fırlamasına neden olmuş. Bunu izleyen bin yıllık dönemde çarpışmayla saçılan tüm döküntü birleşerek Dünyamızın yörüngesinde dönen tek bir küreye dönüşmüş. Böylece şimdi üstünde durduğunuz Ay da hayatına başlamış.

Söz konusu çarpışmanın benzeri bugün gerçekleşse Dünya üstündeki tüm yaşam formlarını silip süpürmeye yeterdi. Ancak o zamanlar dünyamız çoraktı. Üstelik ne gariptir ki öyle yıkıcı bir çarpışma olmasa gecelerimizi aydınlatacak bir Ayımız, büyük önem taşıyan gelgitlerimiz olmayacaktı ve bildiğimiz şekliyle yaşam, gezegenimizde var olmayacaktı. Masmavi Dünya tam karşınızda, Ay ufkunun yukarısında belirdiğinde, kozmik ölçekte felaketlerin çok kötü olduğu kadar çok iyi sonuçlar da doğurabildiğini anlıyorsunuz.

Buradan bakıldığında yaşadığınız gezegen, bir araya gelmiş dört dolunay büyüklüğünde. Yıldız serpiştirilmiş, karanlık bir fonun içinde akıp giden mavi bir inci...

Dünyamızın uzay içindeki gerçek boyutu, geçmişten bugüne ve bundan sonra daima insanda tevazu uyandıran bir görüntü oldu ve olacak.

Biraz daha ilerleyerek, Dünya'nın Ay göğünde yükselişini izliyor ve her şey sessiz ve emniyetli görünse de, böylesi bir görüntüye güven olmayacağını biliyorsunuz. Zamanın başka türlü bir anlamı var burada ve durmaksızın akıp giden çağlar düşünüldüğünde, evrendeki şiddet kaçınılmaz görünüyor gözünüze. Ay'daki yara izlerini oluşturan kraterler ise bunun anımsatıcılarından başka bir şey değil. Uzayda sürüklenen dağ büyüklüğünde yüz binlerce kaya parçası, çağlar boyu bu yüzeyi dövüp durmuş olmalı. Aynı şekilde Dünya'ya da çarpmış olmalılar; ne var ki gezegenimizin yaraları iyileşmiş durumda çünkü dünyamız capcanlı ve geçmişini, durmaksızın değişen topraklarının derinlerinde saklıyor.

Yine de birdenbire, böylesi bir evrenin içinde, yaşadığınız dünyanın tüm iyileşme yetisine karşın, kırılgan, hatta neredeyse savunmasız olduğu hissine kapılıyorsunuz...

Neredeyse.

Tam olarak değil. Ne de olsa şimdi içinde biz varız. Siz varsınız.

Ay'ın doğumuna yol açan türden çarpışmalar daha çok geçmişe ait. Bugün dünyamızı tehdit eden başıboş gezegenler yok. Sadece serbestçe dolaşan asteroit ve kuyrukluyıldızlar var. Ay ise kısmen bizi bu tür tehlikelerden koruyor ve onlara karşı kalkan oluşturuyor. Ancak tehlike dört bir yanda sinsice kol geziyor ve siz Dünya'nın karanlık gökte asılı mavilere bürünmüş görüntüsünü izlerken, aniden arkanızda olağanüstü parlak bir ışık topu yükseliyor.

Dönüp baktığınızda bir yıldızla karşı karşıya kalıyorsunuz. Gezegenimizin yakınında yer alan en parlak ve en hiddet dolu nesne.

Adına *Güneş* demişiz.

Dünyamızın 150 milyon kilometre uzağında.

Tüm enerjimizin kaynağı.

Bu olağanüstü kozmik lambanın yaydığı ışığın miktarı karşısında aklınız tutularak Ay'ı geride bırakıyor ve neden böyle parladığını anlamak için ona, yerel yıldızımız Güneş'e doğru uçuyorsunuz.

3 | *Güneş*

İnsanoğlu bir şekilde Güneş'in bir saniyede yaydığı enerjinin tamamını toplayabilse tüm dünyanın ihtiyacını yarım milyar yıl kadar sağlayacak miktarda enerji elde ederdi.

Ancak yıldızımıza gitgide yaklaşırken, Güneş'in sonunun yaklaştığı o 5 milyar yıl sonrasında gördüğünüz kadar büyük olmadığını fark ediyorsunuz. Yine de büyük ama. Karşılaştıracak olursak, Güneş iri bir karpuz hacmine indirgense Dünya ondan 43 metre ötede, bakmak için büyüteç kullanmanız gereken küçücük bir şey olurdu.

Güneş yüzeyinin birkaç bin kilometre yakınına eriştiniz işte. Ardınızda Dünya minicik, parlak bir noktadan ibaret. Karşınızdaki Güneş ise göğün yarısını dolduruyor. Her yanında plazma kabarcıkları patlıyor. Güneş'in manyetik alanında görünürde gelişigüzel, dev ilmekler açılırken milyarlarca tonluk sıcak ötesi madde gözlerinizin önünde püskürüyor ve cisimsiz bedeninizin içinden geçip gidiyor. Manzara en hafif deyimiyle olağanüstü ve siz bu coşkuyla birden, nedir Güneş'i bu kadar özel kılan ve Dünya'da olmayan, merak ediyorsunuz. Bir yıldızı yıldız yapan şey nedir? Enerjisi nereden gelir? Hem neden günün birinde mutlaka ölmesi gerekiyor?

Tüm bunları anlayabilmek için en şiddetli olayların gerçekleştiği yer olan Güneş'in kalbine, yüzeyinin yarım milyon kilometreden fazla altına iniyorsunuz. Ona kıyasla Dünya, yüzeyden merkeze 6.500 kilometre.

Bu parlak fırına balıklama atlarken, soluduğumuz, gördüğümüz, dokunduğumuz, hissettiğimiz ya da tespit ettiğimiz tüm maddenin hatta vücudumuzu oluşturan maddelerin dahi atomlardan meydana geldiğini hatırlıyorsunuz. Atomlar her şeyin

yapıtaşı. Benzetecek olursak, etrafınızı kuşatan ortamın Lego parçaları, diyebiliriz. Ancak atomlar, Lego gibi dikdörtgen değiller. Genelde yuvarlaklar ve etrafında minicik ve uzak elektronların döndüğü yoğun, top biçiminde bir çekirdekten oluşuyorlar. Öte yandan, Lego gibi atomları da boyutlarına göre sınıflandırmak mümkün. İçlerinde en küçük olanlara *hidrojen* adı veriliyor. İkinci en küçüğe *helyum* deniyor. Bu iki atomu ele alırsanız, bilinen evrendeki bilinen tüm maddenin yaklaşık yüzde 98'ini elde etmiş olursunuz. Büyük bir oran şüphesiz ama eski orana kıyasla küçük. Bundan 13,8 milyar yıl kadar önce bu iki atomun, bilinen tüm maddenin hemen hemen yüzde 100'ünü oluşturduğu düşünülüyor. Nitrojen, karbon, oksijen ve gümüş, bugün rastlanan ve hidrojen ya da helyum *olmayan* atomlardan birkaçı. O halde bunlar sonradan ortaya çıkmış olmalı. Ama nasıl? Az sonra öğreneceksiniz.

Güneş'in gitgide derinlerine dalıyorsunuz. Sıcaklık gittikçe yükseliyor ve akıllara durgunluk veren bir seviyeye ulaşıyor. Çekirdeğe vardığınızda 16 milyon santigrat gibi bir dereceyi görüyorsunuz. Belki de daha yüksek. Üstelik her yerde bolca hidrojen atomu var. Ancak çevresel enerji yüzünden atomlar soyularak çıplak kalmışlar; elektronları serbest, çekirdekleri açıkta. Basınç o kadar yüksek ki bu çekirdekler, yıldızın kendi merkezine uyguladığı ağırlıkla iyice sıkışmışlar ve hareket edecek serbestlikleri neredeyse kalmamış. Hareket etmek yerine birbirleriyle kaynaşarak daha büyük bir çekirdeğe dönüşmek zorunda kalıyorlar. İşte, *termonükleer füzyon reaksiyonu*, yani küçük atom çekirdeklerinden daha büyüklerinin oluşması, gözlerinizin önünde gerçekleşiyor.

Oluşumun ardından kendilerine hayat veren fırından çıkarken bu ağır özler, hidrojen çekirdeklerinden koparılmış, serbest dolaşımdaki elektronlarla birleşecek ve yeni ve daha ağır atomlara dönüşecekler: Nitrojen, karbon, oksijen, gümüş...

Termonükleer füzyon reaksiyonunun (küçük atomlardan büyük atomların oluşması) meydana gelebilmesi için muazzam miktarda enerjiye gereksinim vardır ve burada bu enerjiyi

sağlayan, Güneş'in ezici kütleçekimidir. Kütleçekim her şeyi Güneş'in merkezine doğru çeker ve bu şekilde çok yoğun biçimde sıkıştırır. Bu tür bir reaksiyon Dünya üstünde (ya da içinde) doğal yolla gerçekleşemez. Gezegenimiz fazlasıyla küçük olduğundan ve yeterince yoğun olmadığından kendi kütleçekim etkisi, kendi merkezini böyle bir reaksiyonu tetiklemek için gereken sıcaklık ve basınca eriştiremez. Bir gezegenle yıldız arasındaki ana fark, tanım itibarıyla budur. Her ikisi de kabaca yuvarlak denebilecek gök cisimleridir ama gezegen küçüktür ve etrafı kimi zaman gazla çevrili katı bir merkezi vardır. Yıldızlarsa dev termonükleer füzyon santralleri gibi görülebilir. Kütleçekim enerjileri öyle büyüktür ki yapısı onu kalbindeki maddeyi kaynaştırmaya zorlar. Dünya'yı meydana getiren ağır atomların, yaşam için gerekli atomların, vücudumuzun içerdiği atomların hepsi, zamanında bir yıldızın kalbinde yoğrulmuştur. Nefes aldığınızda onları solursunuz. Teninize ya da başkasının tenine dokunduğunuzda, yıldız tozuna dokunursunuz. Az önce Güneş gibi yıldızların neden yaşamlarının sonunda patlayıp ölmek zorunda olduğunu merak ediyordunuz. İşte yanıtı: Böyle sonlar olmasa etrafta sadece hidrojen ve helyum olurdu. Bizi meydana getiren madde sonsuza dek ebedi yıldızların içinde kilitli kalırdı. Dünya doğmazdı. Bildiğimiz şekliyle yaşam var olmamış olurdu.

Konuya başka bir yönden bakalım: Bizler sadece hidrojen ve helyumdan meydana gelmediğimize; bedenimiz, Dünya ve etrafımızdaki her şey karbon, oksijen ve diğer atomları içerdiğine göre, Güneşimiz ikinci hatta üçüncü kuşak bir yıldız olmalı. Arta kalan tozlarla Güneş'in, Dünya'nın ve bizim oluşmamız için öncelikle bir ya da iki kuşak yıldızın patlamış olması gerekir. Peki, neydi bu yıldızların ölümünü tetikleyen? Neden yıldızların ışıltılı yaşamları göz alıcı bir patlamayla bitmek zorunda?

Nükleer füzyon reaksiyonunun muhteşem özelliklerinden biri de, reaksiyonu başlatmak için gereken enerji ne kadar büyük olursa olsun –bir yıldızın tüm ağırlığı!– ardından *daha da çok* enerji açığa çıkarabilmesidir.

Bunun nedeni size şaşırtıcı gelebilir ama şimdi gözlerinizin önünde olup bittiği için kabullenmekten başka seçeneğiniz kalmayacak: İki atomun çekirdeği birleşerek daha büyük bir çekirdeği meydana getirirken, kütlenin bir kısmı kaybolur. Kaynaşmış çekirdeğin kütlesi, kendisini yaratan iki çekirdekten küçüktür. Sanki bir kilo vanilyalı dondurma ile yine bir kilo aynı dondurma birleştiğinde ortaya iki kilo değil, daha az dondurma çıkmıştır.

Gündelik hayatta böyle bir şey olmaz. Ancak nükleer dünyada sürekli olur. Neyse ki söz konusu kütle kayıplara karışmaz. Enerjiye dönüşür ve değişim oranını da Einstein'ın ünlü $E=mc^2$ formülü ortaya koyar.*

Gündelik yaşamımızda madde ile enerji arasındaki değişim oranından çok, para birimleri arasındaki değişim oranına alışkınız. Dolayısıyla $E=mc^2$'nin doğa açısından iyi bir anlaşma olup olmadığını anlamak için aynı değişim oranının, JFK Havaalanı'nda sterlinin (ilk kütle) ABD dolarına (karşılığında elde edilen enerji) çevrilmesi işleminde önerildiğini düşünün. Bu durumda döviz kuru da c^2 oluyor. "c" ışık hızını temsil ediyor ve "c^2" de ışık hızının kendisiyle çarpımı oluyor. Siz bu kurla bir sterlin karşılığında 90 milyon kere milyar dolar alıyorsunuz. Hiç de fena bir anlaşma sayılmaz hani. Hatta doğadaki en iyi kur oranıdır bu.

Her bir nükleer füzyon reaksiyonunda kaybolan kütle elbette ki oldukça küçüktür. Ancak Güneş'in kalbinde her saniye o kadar çok atom füzyona uğrar ki açığa çıkan enerji muazzam boyutlara ulaşır ve o enerjinin de *bir yere* gitmesi gerekir. Bu yüzden de yıldızın merkezinden uzağa, uzaya doğru, mümkün olan her şekilde ilerler. Nihayetinde, bu nükleer füzyondan doğan enerji, her şeyi merkeze doğru bastıran kütleçekimi dengeleyerek yıldızın boyutunu istikrarlı hale getirir. O olmasa ve tek oyuncu kütleçekim olsa Güneş giderek büzüşürdü.

---

* Muhtemelen biliyorsunuzdur ama ben emin olmak için yine de söyleyeyim; $E=mc^2$'de "E" enerjiyi, "m" kütleyi, "c" ise ışık hızını temsil eder. Dolayısıyla bu kitapta göreceğiniz tek denklem olan bu denklemin anlamı, maddenin gerçek anlamda enerjiye, enerjinin de maddeye dönüştürülebildiğidir.

Nükleer füzyon sonucu ortaya çok büyük miktarda ışık ve parçacık çıkar. Bunlar da yakınlarındaki her şeyi *plazma* denen ve çekirdeklerle elektronlardan meydana gelen parlak bir çorbaya dönüştürürler.

İşte yıldızların parlamasını sağlayan, bu ışık, ısı ve enerji patlamasıdır.

Güneş bir yıldız olarak çok büyük bir ateş topu değildir. Ateş oksijene ihtiyaç duyar ve her ne kadar Güneş diğer ağır elementlerle birlikte bir miktar oksijen üretse de, uzayda herhangi bir ateşin devamlılığını sağlayacak miktarda serbest oksijen yoktur. Uzayda çakılan bir kibrit asla ateş almaz. Gökteki tüm yıldızlar gibi Güneş de ışıldayan plazmasıyla parlak bir toptan başka şey değildir. Elektronlardan, *bazı* elektronları koparılmış atomlardan (ki onlara *iyon* denir) ve tüm elektronları koparılmış atomlardan, yani çıplak atom çekirdeğinden meydana gelen sıcak bir karışımdır.

Merkez bölgesinde sıkıştırılacak yeterince minik çekirdekleri olduğu sürece Güneş'in kütleçekimi ile füzyon enerjisi denge içinde kalmayı sürdürecektir. Bizlerse bu durumda bir yıldızın yakınında yaşadığımız için şanslıyız.

Aslında bunun şansla bir ilgisi yok.

Güneşimiz bu durumda *olmasa* biz zaten burada olamazdık.

Hem zaten bildiğiniz gibi, Güneş sonsuza dek bu denge durumunda kalmayacak: Yıldızımızın merkezi günün birinde atom yakıtını tüketecek. O gün merkezden yayılan ve kütleçekimle rekabet edecek dışa doğru ışıma olmayacak. Kütleçekim üstünlük sağlayacak ve yıldızımızın hayatının son aşamasını tetikleyecek: Güneş, bu defa merkezden uzakta ve yüzeye daha yakın bir yerde yeni bir nükleer füzyon tetiklenene kadar küçülüp yoğunlaşacak. Yeniden doğan bu nükleer reaksiyon, kütleçekimi dengelemek yerine alt edecek ve Güneş'in yüzeyini dışarı doğru ittirerek, yıldızımızın büyümesine neden olacak. Geleceğe yaptığınız yolculukta gördüğünüz şey işte buydu. Ardından son bir enerji patlaması, tanıklık ettiğiniz o ölümün habercisi olacak ve patlama, bir yandan —altın gibi, en ağırlarından— yeni atomlar

üretirken, bir yandan da Güneş'in yaşamı boyunca ürettiği tüm atomları uzaya saçacak. Bu atomlar nihayetinde yakınlardaki diğer ölen yıldızların kalıntılarıyla bir araya gelerek, dev yıldız tozu bulutları oluşturacak. Bu bulutlarsa belki uzak bir gelecekte başka dünyaların tohumu olacak.

Bilim insanları yıldızımızın merkezinde kalan hidrojenin miktarını tahmin ederek bu patlamanın ne zaman gerçekleşeceğini öngörebiliyorlar. Çıkan sonuca göre Güneş bundan 5 milyar yıl kadar sonra, üç günlük yanılma payıyla, bir perşembe günü patlayacak.

4 | *Kozmik Ailemiz*

Şu ana dek keşfettikleriniz sayesinde Güneş'i, yirminci yüzyıl ortalarından önce yaşamış herkesten iyi tanımış oldunuz. Her gün yeniden bedeninizi yıkayan onca ışık, yıldızımızın kalbinde kaynaşan atomlardan, o atomların enerjiye dönüşen kütlelerinin bir kısmından geliyor. Ancak Güneş'in enerjisinden yararlanan tek gök cismi Dünya değil.

Zihniniz göz açıp kapayıncaya kadar Güneş'in fokurdayan, kızgın yüzeyine geri dönüyor ve bir şahin edasıyla etrafınıza göz gezdiriyorsunuz. Uzak yıldızların oluşturduğu görünürde sabit fonda sekiz parlak nokta hareket ediyor. Günün birinde yıldız olmayı hayal dahi edemeyecek kadar küçük ve içi maddeyle dolu bu küreler, gezegenler. Güneşe en yakın dördü, küçücük ve kayalık dünyalara benziyor. En uzak dördü ise ağırlıklı olarak gazdan meydana geliyor. Onlar da Güneş'e kıyasla çok küçükler ama dört küçük kayalık gezegenin en büyüğü olan Dünya'ya kıyasla dördü de birer dev. Ancak, çok zaman önce ölmüş yıldızların artığı aynı toz bulutundan doğdukları halde Dünya dışında bu gezegenlerin ve uydularının hiçbiri insanın geleceği için olası bir sığınak teşkil etmiyor. Hepsi Güneş'in kütleçekimine tabi ve yıldızımızın nihai patlamasıyla birlikte hepsi yok olacak. Söz konusu sığınak, varsa bile daha uzaklarda olmak zorunda.

Zihniniz, Güneş'in etki alanı dışında neler olduğuna göz atmak için telaşla olabildiğince uzağa sıçrıyor. Yol üstünde gezegenimizin uzak akrabalarına, kozmik ailemizin devlerine de şöyle bir uğrayacaksınız.

Güneş'ten Dünya'ya kıyasla yaklaşık üç kat uzağa geldiniz. Güneş'e en yakın dört küçük kayalık gezegen Merkür, Venüs,

Dünya ve Mars şimdiden ardınızda kaldı. Bulunduğunuz yerden yıldızımız, kol mesafesinde tuttuğunuz bir bozuk paranın yarı büyüklüğünde, parlak bir noktacık. Dünya bu noktada olsa İngiltere'de tipik bir temmuz öğlen vakti, yani yılın en sıcak günü, örneğin Antarktika'nın en soğuk kışından da soğuk olurdu.*

Yıldızımızdan uzaklaştıkça Güneş ışığı giderek azalıyor.

Bazı kaya parçalarının yanından hızla geçiyorsunuz. Gezegenimizin oluşumunun ilk evrelerinden kalma artıklar bunlar. Birlikte düşünüldüğünde gökbilimcilerin *asteroit kuşağı* diye andığı kayalardan oluşma dev bir halkayı meydana getiren ve çoğunluğu patates biçiminde asteroitler... Bu kuşak Güneş'i çevreliyor ve dört küçük, kayalık gezegeni devlerin dünyasından ayırıyor. Uzaya gelişigüzel dağılmışlar ve siz, kuşağın içinden geçerken onlara çarpma ihtimalinizin pek olmadığını fark ediyorsunuz. Şimdiye dek insan yapımı pek çok uydu herhangi bir engelle karşılaşmaksızın aralarından uçup gitti.

Kuşağı geride bırakıyor ve gaz devi Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün yanından geçiyorsunuz. Nispeten küçük denebilecek katı yapıdaki çekirdekleri büyük ve fırtınalı atmosferlerinin derinlerine saklanmış, devasa gezegenler bunlar. Hepsi de muhteşem bir halka sistemiyle kutsanmış görünüyor. Gerçi Satürn'ünki boyutu ve güzelliğiyle, diğerlerinin toplamını bile geride bırakıyor.

Tüm bu gezegenlerin yanından geçiyor ve yaşama elverişli olmasalar da muazzam olan bu dünyaları, hak ettikleri saygıyla izliyorsunuz.

Güneş yörüngesindeki en uzak gezegen olan Neptün'ün ötesinde bir şey görmeyi ummamış olabilirsiniz ama durum hiç de sandığınız gibi değil. Burada da farklı tür ve büyüklükte kirli

* NASA'nın meteoroloji uydularından biri 2013'te Antarktika'da –94,7°C ölçümünü yaptı: Yeryüzünde kayda geçmiş en düşük sıcaklık. Şu an olduğunuz yerde, uzayda sıcaklık daha da düşük.

kartoplarından oluşan başka bir kuşak var. Bunlar da büyük olasılıkla yine Güneş sistemimizin doğumunun yan ürünleri. Sistemin şimdiki üyeleri, uzun zaman önce patlamış yıldızların tozlarının kümelenmesiyle ortaya çıkmış ürünler. Bu kuşağın adı ise *Kuiper kuşağı*. Güneş buradan tıpkı öteki yıldızlar gibi topluiğne başı kadar görünüyor. Bu uzak kesimlere sıcaklık neredeyse hiç ulaşmıyor ama hiç hareket olmadığı da söylenemez.

Çarpışmaların ya da başka sapmaların sonucu bu kirli kartoplarından bir ya da birkaçı zaman zaman Güneş etrafındaki sessiz ve uzak yörüngesinden kovuluyor. Yıldızımıza doğru itilen kartopu yavaş yavaş daha sıcak bölgelere ulaşıyor ve güneş ışınımına doğru hızlandıkça erimeye başlıyor. Eridikçe karanlıkta ışıldayan ve küçük buz parçacıklarından oluşan uzun kuyruklar bırakıyor ve göklerin, *kuyrukluyıldız* dediğimiz mucizelerinden birine dönüşüyor. Avrupa Uzay Ajansı'nın yılmak bilmez keşif aracı Philae, Kasım 2014'te yüzey incelemesi yapmak için bir kuyrukluyıldıza iniş yaptı. Philae'yi oraya götüren Rosetta uzay aracıysa dış çeperlerin gaza dönüşümünü izlemek amacıyla, Güneş'e yaklaştığı ve Güneş'ten uzaklaştığı süre boyunca kuyrukluyıldızın yörüngesinde kaldı.

Yakın geçmişte gezegen unvanı elinden alınarak cüce gezegen sınıfına konan zavallı Plüton da Haumea ve Makemake isimli (en az) iki diğer cüceyle birlikte aynı buzul kuşağın bir parçası. Uydusu Charon'la birlikte çok uzağında kaldığı Güneş'in etrafında tek bir turu tamamlamak için onca yol kat eden Plüton'un, keşfedilip gezegen statüsünü almasıyla gezegen statüsünden çıkarılması arasında geçen yetmiş altı dünya yılında, kendisinin tek bir yılını bile tamamlayamamış olması, insana garip geliyor. Gerçekten de gökbilimcilerin Plüton'un kendi Ayımızın dörtte biri büyüklüğünde olduğunu görmesi onlarca yıl aldı. Şimdi yanından geçtiğiniz kirli kahverengi Plüton, gezegenlikten çıkarılmasına pek aldırmış görünmüyor elbette. Az sonra onu da geride bırakıp parlayan yıldızımızın güvenli koruma alanından

iyice uzaklaşacaksınız.* Fakat hâlâ yolunuza cüceler, kuyruklu-yıldızlar çıkmaya devam ediyor ve henüz hiçbir canlının keşfetmediği donmuş dünyalar görüyorsunuz. Ancak tüm dikkatiniz bir anda şu ana dek gördüğünüz her şeyi çevreleyen devasa bir küreye kayıyor.

Gördüğünüz bu gezegen, cüce gezegen, asteroit ve kuyrukluyıldızların geneli, yassı bir disk üstünde; diskin merkezinde de Güneş parıldıyor. Ancak şimdi gördüğünüz şey o diskte değil. Geleceğin milyarlarca kuyrukluyıldız adayının oluşturduğu bir hazne, Güneş'le diğer yıldızların alanı arasındaki uzayın neredeyse tamamını kaplayan, küre şeklinde dev bir bulut oluşturmuş. Bu haznenin adı *Oort bulutu*.

Boyutları akıllara durgunluk veriyor.

Oort bulutu, *Güneş sistemi* adı verilen ve kozmik ailemizin tüm üyelerini içeren yıldızımıza ait bölgenin sınırlarını oluşturuyor.

Bu sınırların ötesine geçtiğinizde, bilinmeyen diyarlara giriyor ve bize en yakın yıldız olduğuna bahse girebileceğiniz yıldıza yöneliyorsunuz. O yıldız 1915'te keşfedildi. Tam evrenimizi anlamaya başladığımız zamanlarda. Adı, *Proxima Centauri*.

* NASA'nın New Horizon uzay aracı Temmuz 2015'te yakından inceleme yapmak üzere Plüton'a vardı. Bu tarihsel ilkle birlikte kimsenin beklemediği olağanüstü bazı özellikler ortaya çıktı. Nispeten yakın zamana ait şaşırtıcı yüzey aktivitelerine dair işaretler de bunlardan biriydi.

5 | *Güneş'in Ötesi*

Bedeniniz hâlâ gezegenimizde, bir kumsalda yatıyor ama zihniniz şimdi Dünya'dan, insan yapımı hiçbir nesnenin gidemediği kadar uzaklarda.* Oort bulutunun sınırını aştığınız anda Güneş sisteminden çıkıp başka bir yıldızın alanına girdiniz. İki bölge arasındaki belirsiz hattı geçerken Güneş sisteminin en dış çeperindeki kuyrukluyıldızlardan bazılarının, sınırın ne anlama geldiğini iyice kavramanıza yardım edercesine yörünge değiştirdiğini görüyorsunuz: Yörünge çizgileri, Güneş'i merkez alan uzaklardaki bir eğriden başka bir yıldızı, halen gittiğiniz Proxima Centauri'yi merkez alan bir eğriye geçiş yaptı.

Proxima Centauri kırmızı cüceler denen yıldız ailesindendir. Güneş'ten çok daha küçüktür (Güneş'in ebat ve kütlesinin yaklaşık yedide biri) ve kırmızı bir tonu vardır. İsmi de buradan gelir. Kırmızı cüceler öyle yaygındır ki bilim insanları, gözlerimizin göremeyeceği kadar sönük olsalar da, gökteki yıldızların çoğunluğunu onların oluşturduğunu düşünmektedir.

Yaklaştıkça yıldızın tüm parlaklığı içinde şiddetli değişimler geçirdiğini ve dev miktarlarda sıcak maddeyi epey düzensiz püskürttüğünü görüyorsunuz.

Peki, bu kızgın kırmızı cücenin etrafında gezegen var mı? Tek bir tane bile göremiyorsunuz.

---

* En uzağa giden insan yapımı nesne NASA'nın keşif aracı Voyager 1. 1977'de fırlatılan araç, 2013'te Güneş sisteminin dış sınırlarına ulaştı. Araç halen Dünya'ya veri aktarmaya devam ediyor ve yeni komutlara tepki verebiliyor. Bataryalarının 2025'e kadar dayanması bekleniyor. 2017 itibarıyla Voyager 1'den gönderilen bir sinyalin ışık hızıyla Dünya'ya ulaşması yaklaşık on sekiz saat kırk dakika sürüyor. Gelecekte, araç daha da ilerilere gittiğinde, bu süre uzayacak. Aracın konumuyla ilgili canlı bilgi için: www.voyager.jpl.nasa.gov.

Çok yazık aslında çünkü Proxima'nın yörüngesindeki bir gezegende rahat bir yaşam sürmenin zor olacağına inanılmakla birlikte, böyle bir gezegende yükselecek bir medeniyet, çok ama çok uzun bir gelecek planı yapabilirdi. Yıldızımız Güneş patladığında, Proxima azıcık dahi değişmiş olmayacak. Bildiğimiz kadarıyla evrenin şimdiki yaşının 300 katı bir süre boyunca, bugün parladığı gibi parlayacak. Nereden baksanız uzun bir süre.

Güneş'ten küçük olduğundan, Proxima'yı meydana getiren atom çekirdeklerinin birleşip büyük çekirdeklere dönüşmesi çok daha yavaş oluyor. Yıldızlar söz konusuysa boyutun önemi var: Ne kadar büyükse ömrü o kadar kısalıyor. Etraflarında dönen gezegenler içinse kilit husus, mesafe. Bir gezegenin yüzeyinde sıvı su bulundurabilmesi (ve bildiğimiz anlamda yaşamı destekleyebilmesi) için ne çok soğuk ne de çok sıcak olması gerekir. Bunun için de etrafında döndüğü yıldıza ne çok yakın ne de çok uzak olması şarttır. Bir yıldızı kuşatan ve yörüngesinde yer alan gezegende sıvı su olmasına olanak tanıyan bölgeye *Goldilocks bölge** denir. Peki, yörüngesinde, en uygun mesafede Dünya benzeri bir gezegenin döndüğü başka bir kırmızı cüce bulabilseydik ne olurdu? Gezegen, güzelim dünyamıza benzer ve nerdeyse sonsuza dek var olabilirdi...

Böyle bir düşünceye kapıldığınız için biraz suçluluk duyarak, arkanıza dönüp kendi güneş sisteminize bakıyor, Güneş'in gökteki tüm parlak noktalardan daha da parlak olmasını bekliyorsunuz ama... Hiç de öyle değil. Kozmik ölçekte mesafelerin ne gibi boyutlara ulaşabildiği, bir anda kafanıza dank ediyor.

Sadece zihinden ibaret değil, gerçek bir uzay yolcusu olsaydınız buradan yuvanıza sinyal göndermek ne kadar sürerdi, merak ediyorsunuz.

---

* Yaşanabilir bölge. Goldilocks adı, küçük bir kızın, önüne konan nesneler arasında aşırı olan her şeyi (çok sıcak, çok soğuk, çok büyük, çok küçük) eleyip en ortalamasını seçtiği *Goldilocks ve Üç Ayı* adlı masaldan gelmektedir (*e.n.*)

Elinizde yıldızlararası bir cep telefonu olsaydı her durakta keşiflerinizi paylaşmak için arkadaşlarınızı aramayı deneyebilirdiniz. Cep telefonları sesinizi ışık hızıyla yol alan bir sinyale dönüştürerek Dünya üzerindeki iletişimin anlıkmış gibi görünmesini sağlarlar. Ancak uzayda mesafeler genelde çok büyüktür ve artık hiçbir şey anlık görünmez. Işığın Ay'dan Dünya'ya gelmesi bir saniye kadar, geri dönmesi de yine bir o kadar sürer. Dünya'daki bir arkadaşınıza dürbünüyle bakıp sizi Ay'da görüp göremediğini sorsanız, cevabı iki saniye sonra alırsınız.

Güneş'te olsanız daha da uzun sürer. Işığın Dünya ile Güneş arasındaki mesafeyi kat etmesi yaklaşık sekiz dakika yirmi saniye alır. Soru ile cevap arasında on altı dakikadan fazla beklemek gerekeceğinden, sohbet epeyce zorlaşır. Oysa Güneş kozmik anlamda kapı komşumuzdur. Bulunduğunuz yerden, yani Proxima Centauri'den şimdi açacağınız bir telefonun göndereceği sinyal, Dünya'daki telefonu ancak dört yıl iki ay kadar sonra çaldırır. Sorduğunuz sorunun yanıtını almanızsa en az sekiz yıl dört ay sürer.

Şimdilik yalnızca Dünya'ya Güneş'ten sonra en yakın olan yıldıza gittiniz ama evden çok uzaklaşmış gibisiniz. Kaybolmamak için yerinizi belirlemenizi sağlayacak bir şeyler aranıyorsunuz. Tropik ada kumsalından gördüğünüz Samanyolu'nu anımsayarak, bulutsu beyaz ışığını bulmak için etrafa bakıyorsunuz. Büyük bir şaşkınlıkla Samanyolu'nun artık kalın ve düz bir çizgi gibi değil, daha çok eğik bir halka gibi göründüğünü fark ediyorsunuz. Bazı kısımları diğerlerinden daha parlak ve siz de onun içinde bir yerdesiniz. Samanyolu'nun Dünya'dan, büyük kısmını bizzat Dünya gizlediği için şerit gibi göründüğünü anlıyorsunuz.

Proxima Centauri'nin etrafında gezegen bulamayınca, vakit kaybetmeden Samanyolu'nun en parlak kısmına yöneliyorsunuz.

Henüz bilmiyorsunuz ama şu anda 300 milyar yıldızlı, adına *Gökada* (*galaksi*) denmiş bir topluluğun merkezine doğru yol alıyorsunuz.

6 | *Kozmik Bir Canavar*

Durup düşününce, 300 milyar yıldız gücünde bir topluluğun merkezinde özel bir şeyler olması gerektiğine inanıyor insan. Misal, Dünya'ya bakalım: Merkezi (yerküre içindeki) en yoğun, en sıcak ve koşulları en şiddetli kısmıdır. Güneş sistemini düşünelim. Merkezinde, (Güneş sistemi içindeki) en yoğun, en sıcak, koşulları en şiddetli yer olan Güneş yer alıyor. Bu yaklaşım herhangi bir şey kanıtlamasa da, gökadanın merkezinde büyük bir şeyler olup bittiğine işaret ediyor olabilir. Gerçekten büyük bir şeyler.

Adeta düşünce hızıyla milyonlarca yıldızın yanından uçarak geçiyorsunuz. Bunlardan bazıları Güneş'ten çok daha büyük ve çok daha kısa yaşamaya mahkûm. Bazıları ise küçücük ve hayal edilemeyecek süreler boyunca ışık saçmaya hazır. Bu sırada yıldız doğumevlerinin, yani yüzlerce patlamış yıldızın kalıntısından oluşan toz bulutlarının ve birleşip yıldız doğumevi olmayı bekleyen yıldız mezarlarının da arasından geçiyorsunuz. İşte geldiniz. Gökada merkezinin —tabii böyle bir şey varsa— yakınındasınız ve aniden duruyorsunuz.

Tam karşınızda yine bir halka var. Dağınık maddelerden meydana gelen ve kendi etrafında dönen, rengârenk bir halka. Yakından baktığınızda halkanın simit biçimli, kalın bir ışık kaynağının, enerjik bir kaynağın etrafında dönen gazlardan, milyarlarca kaya ve kuyrukluyıldızdan oluştuğunu görüyorsunuz.

Neler oluyor burada? Nedir etrafta dönen bu kaya ve buz parçaları? Biraz daha ilerilere bakıyorsunuz ve gördüğünüz şey size imkânsız geliyor... Halkanın etrafında dönenler sadece yolunu kaybetmiş kaya parçalarından ibaret değil; yıldızlar da var burada. Bildiğimiz yıldızlar. Gezegen değil. Yıldızların ta kendileri. Üstelik çok da hızlı hareket ediyorlar.

2015 itibarıyla bu yıldızlardan biri, evrende bilinen en hızlı cisim unvanına sahipti. Adı, *S2,* yani *Source 2 (Kaynak 2).* Bilim insanları Dünya'dan onun simit etrafındaki tek bir yörünge turunu yaklaşık on beş buçuk yılda tamamladığını gördüler. Söz konusu mesafeler düşünülürse yıldızın saatte 17,7 milyon kilometre gibi akıl almaz bir hızla hareket ediyor olması gerekir. Peki, bu nasıl olur? Nasıl bir canavar, böylesi şimşek hızında bir cismi yakınında tutacak kütleçekim gücüne sahip olabilir? Böyle bir güç üretmek *mümkün müdür*?

Bir bilye ve bir salata kâsesi düşünün.

Bilyeyi kâsenin çeperinde çok yavaş döndürürseniz anında dibe düşer. Çok hızlı döndürürseniz yukarı burgu yaparak dışarı uçar ve mutfağınızda bir şeyleri kırar. Ama doğru hızla döndürürseniz bir an için kâsenin tabanıyla ağzı arasındaki mesafede bir çember içinde, dışarı kaçmadan ya da içeri düşmeden hareket eder. Ta ki sürtünme, ivmesinin çok büyük kısmını ısıya dönüştürüp yavaşlamasına neden olana dek...

Şimdi, bilyenin süper hızlı S2 yıldızı olduğunu ve görünmez bir kâsenin yıldızı, parlak simidin ortasındaki şey her neyse onun etrafında yörüngede tuttuğunu hayal edin. Uzayda sürtünme olmadığı için yıldızın enerji kaybetmesini gerektirecek bir neden yok.* Bizler S2'nin hızına bakarak kâsenin şeklini, dolayısıyla da tabanda yatan kütleyi hayal edebiliyoruz.

Basit denebilecek bu hesaplama bilim insanları tarafından defalarca yapıldı ve ortaya her seferinde inanılmaz bir yanıt çıktı: S2'nin uzaya fırlamasını önleyecek güçte bir kütleçekim alanı yaratabilmek için 4 milyon Güneş kütlesinden fazlası gerekiyor. Bu da gerçekten devasa bir yıldız demek.

Ancak bir sorunumuz var: S2'nin yörüngesi içinde görünür hiçbir yıldız yok. Ne kadar ararsanız arayın, bulamazsınız.

Bilim insanları S2'nin kaçmasını önleyecek 4 milyon güneş

* Bunu okuyan bilim insanı meslektaşlarım: Kitabın bu noktasında kütleçekim dalgalarını, şimdilik göz ardı ediyorum.

kütlesindeki bu cismin *ne olduğunu* anlayabilmek için gözlerimizin göremediği birtakım ışıkları, morötesi ışıkları veya daha etkileyici bir manzara için bildiğimiz tüm ışıkların ikinci en enerjiğini, X ışınlarını algılayabilen teleskoplar geliştirdiler. Bu teleskopları kullanan bilim insanları cismin kendisini hâlâ göremiyorlar ama halkanın içindeki küçücük bir yerden çıkan enerjik ışın patlamalarını görebiliyorlar. S2'yi fırlayıp gitmekten alıkoyan, sadece bir yıldız olmamakla kalmıyor; büyüklük bakımından da olması gerekenden çok uzak. Hatta öyle uzak ki bilim insanlarının elinde orada saklanan şey için tek bir açıklaması vardı: Karadelik. Hem de süper kütleli olanı.

Bilim insanları ona *Sagittarius A** ("A-yıldız" diye okunuyor) adını verdiler ama onu Dünya'dan incelemekte zorlanıyorlar çünkü gezegenimizle bulunduğu yer arasındaki yıldız, toz ve gazlar, karadeliğin çevresini gizliyor.*

Ancak siz onun tam yanındasınız. Dünya'daki teleskopların belirlediği enerjik ışın patlamalarını neyin tetiklediğini merak ediyorsanız şimdi öğrenmek üzeresiniz.

Görünmez bir canavarın yanı başında olmak sizi biraz huzursuz ediyor elbette. Kim bilebilir bir karadeliğin neler yapabildiğini? Zihniniz bedeninizle bir daha birleşmemek üzere yutulur mu? Yoksa ara sıra kulağınıza çalındığı gibi başka bir evrene, başka bir gerçekliğe açılan gizli bir geçide veya kapıya rastlayabilir misiniz?

Ne yapacağınızı bilemeden, parlak halkayı oluşturan milyarlarca küçük toz ve kaya parçasına bakıyorsunuz.

Henüz bir dakika geçmeden patates biçimli dev bir asteroit, saatte 1 milyon kilometre hızla yanınızdan uçup gidiyor. Dikkatle izliyorsunuz. Halka içinde hız kazanarak ilerledikçe halka içindeki tozların yarattığı sürtünmeyle eriyerek minicik madde parçacıklarına dönüştüğünü görüyorsunuz. Dünya atmosferine

---

* Tarih meraklıları için: Sagittarius A* aslında ilk kez Şubat 1974'te, Amerikalı gökbilimci Bruce Balick ve Robert Brown tarafından radyo teleskop kullanılarak tespit edildi.

giren küçük bir kaya parçasının, "yıldız kaymasına" dönüşerek yeryüzüne düşemeden yanıp bitmesi gibi bu asteroit de simidin içindeki şeye varmadan çok önce kaybolup gidiyor.

Biraz daha hareket görmek üzere yeniden arkanıza döndüğünüzde size doğru gelenin sadece kaya parçaları olmadığını görüyorsunuz. Bir yıldız geliyor. Büyük, parlak, hiddetli bir yıldız. Tıpkı S2 gibi. Ama daha da büyük. O da yanıp yok olacak mı? Yoksa halkadan geçmeyi başaracak mı? Yıldızın kaderine doğru atılışını ve açı yaparak simidin içine girişini izliyorsunuz. Şimdi halkanın içinde ve gözden kayboldu. Yarım yörünge turu attıktan sonra anlaşılmaz bir kuvvetin yarattığı serapla çarpılmışçasına değişik bir şekille yeniden ortaya çıkıyor. Aşağı doğru uçmaya devam ediyor. Üstünde muazzam bir baskı var sanki. Gezegen büyüklüğünde parçalar kopuyor yıldızın yüzeyinden. Sizse serinkanlılığınızı korumaya çalışıyor, korkmanızı gerektirecek bir şey olmaması için dua ediyorsunuz ama korkmamak elinizde değil. Düşüncelerinize aniden bir bitkinlik ve ağırlık hissi geliyor. Akıllara durgunluk veren boyutlarda bir felaket yaklaşıyor sanki...

Şu ana dek evrene hükmeden her tür kuvvetten habersiz, bedensiz bir varlıktınız ama şimdi durum değişiyor. Ağır düşüncelerin yükü altında kütleçekimin etkisine giriyor ve onun efendisine doğru gidiyorsunuz. Görünmez ve kaygan bir yokuştan kayarmışçasına, iradeniz dışında içeri çekiliyor, iç kısma doğru emiliyorsunuz. Isınmış maddelerden oluşan halkayı geçiyor ve az önce içeri düşen yıldıza iyice yaklaşıyorsunuz. Yıldız şimdi parçalara ayrılmış ve bembeyaz sıcak plazmadan oluşan alev alev bir kanada dönüşmüş. Spiraller yaparak sizi de içine alıyor ve hâlâ görünmeyen karadeliğe doğru akıyor.

Korkularınız yersiz değilmiş besbelli. Milyarlarca ton plazma da sizinle birlikte içeri düşüyor. Kalbiniz deli gibi çarparak gitgide hızlanıyor ve dönerek düşüyorsunuz. Ta ki... Müthiş bir kasırga gücü sizi dışarı püskürtene dek. Yıldızdan arta kalanlar, saf enerjiye dönüşmüş maddelerden oluşuyor görünen olağanüstü güçlü birtakım püskürtülere dönüştü. Şaşkınlıkla, karadeliğin

içinde paralel bir dünyaya mı düştüm acaba, diye düşünüyorsunuz. Ama çok geçmeden böyle bir şey olmadığını, canavardan uzaklaşmakta olduğunuzu, kütlenin efendisi tarafından dışarı püskürtüldüğünüzü ya da atıldığınızı anlıyorsunuz. Devasa Samanyolu halkası uzaklarda yeniden belirginleşiyor.

Siz ve parçalanan yıldızdan kalma tozlar, karadeliği meydana getiren şeye henüz ulaşamadan salata kâsesinin çeperinde aşırı hızlı döndürülen bilye misali atıldınız... İçeriye çok büyük bir hızla düştünüz ve görünmez canavara erişemeden sapanla fırlatılır gibi dışarı fırlatıldınız. Tıpkı sizinle birlikte düşen yıldız gibi. Yıldızın yapı maddesi, insanın bildiği en enerjik türde iki ışık patlamasına dönüştü: X ışınları ve gama ışınları. Işığını sadece Samanyolu'nun yıldızları arasındaki uzaya değil, daha da ileriye, büyük boşluklara doğrultan iki deniz feneri misali, biri yukarı, diğeri aşağı fırladı.

Patlamaların hızı baş döndürecek nitelikte. Sizin hızınız da öyle. Samanyolu'nu yüzük gibi takmış dev bir parmak yönünüzü işaret ediyormuşçasına uzaklara götürülüyor, milyonlarca yıldızın yanından geçiyorsunuz.

Belki de karadeliğe dalmanızın vakti gelmemişti henüz. Doğa belki de karadeliğin ölümcül pençesine yolculuk yapmadan önce evrenin başka güzelliklerini de görmenizi istedi...

Nedeni ne olursa olsun, kalbiniz yeniden normale dönüyor ve düşünceleriniz hafifleyerek, zihninizi kütleçekimin pençesinden kurtarıyor. Şimdi uzaklardasınız ve yeniden gönlünüzce hareket etme özgürlüğüne sahipsiniz. Yine de nereye gittiğini görmek için bir anlığına ışın patlamasının peşine düşüyorsunuz. Çok geçmeden tuhaf bir şeyler olduğunu fark ediyorsunuz: etrafınızdaki yıldızların sayısı giderek azalıyor sanki. Öyle ki az sonra ilerinizde hiç yıldız göremez hale geliyorsunuz. Kimi ışık kaynakları hâlâ uzaklarda parıldıyor ama şu ana dek gördüğünüz her şeyden daha uzaklar. Gariptir, Samanyolu halkası da yok ortalıkta. Nereye gittiğini merak ederek aşağılara bakıyor ve ömrünüzde gördüğünüz en olağanüstü manzara karşısında soluksuz kalıyorsunuz. Bugüne dek ne bir insan ne de insan yapımı bir

nesne bu manzarayla onurlandırıldı. Yer merkezli gözlemlerle az önce içinden kaçtığınız karadeliğin çevresine ait birkaç görüntü elde edilmişti ama aralarında bu yoktu. Bulunduğunuz yerden dünyayı arayacak olsanız yanıtın gelmesi, tabii gelebilirse, 90.000 yıldan fazla sürer.

Burası Samanyolu'nun üstü. Sizin gökadanızın...

Kumsalınızda gece göğe bakarken Samanyolu'nun evrenin bir ucundan diğerine yayıldığını düşündüyseniz şimdi öyle olmadığını görüyorsunuz. Samanyolu, bırakın Her Şey olmayı, çok daha büyük ölçekteki karanlık bir sınırsızlığın içinde küçücük bir adadan öte değil.

7 | *Samanyolu*

Uzaya ilk yolculukları yapanların hepsi gezegenimizin güzelliği ve karanlıklar okyanusu içindeki küçücük boyutları karşısında hissettikleri tevazu duygusuyla geri döndüler. Oysa bu daha başlangıçtı. Sizin şu an gördüğünüz manzara, insana çok daha büyük bir tevazu yaşatacak nitelikte.

Samanyolu'nun bir gökada olduğunu biliyordunuz belki ama gökadanın ne anlama geldiğini şimdi anlıyorsunuz. Yukarıdan (ya da aşağıdan, herhangi bir farkı yok) bakıldığında geceleri Dünya göğünü süsleyen beyazımsı bulut gibi değil, gaz, toz ve yıldızlardan yapılma kalın bir disk gibi görünüyor. Hemen altınızda, ışığın bile on binlerce yılda kat edebildiği mesafelere yayılmış, birbirine kütleçekimle bağlı 300 milyar yıldız, parlak bir merkez etrafında dönüyor.

Gezegenleri, asteroitleri ve kuyrukluyıldızlarıyla Güneş sistemimizi kozmik ailemiz ve Proxima Centauri'yi komşu yıldızımız gibi düşünecek olursak, Samanyolu'nu, Güneş'in sadece aralarından biri olduğu 300 milyar yıldız gücünde bir megalopolis, büyüyen dev bir kent kabul edebiliriz.

Etrafı uzay boşluğuyla çevrili, durmaksızın dönerek yapılan bir dansla birbirine bağlı yıldız, toz ve gaz topluluklarına bilim insanları *gökada* diyor. Nasıl yıldızımızın adı Güneş'se Samanyolu da kendi gökadamıza verdiğimiz isimdir.

Karanlık bölgelerle birbirinden ayrılan dört devasa ve parlak spiral kol, gökadamızın merkezi etrafında döner ve bu kollar yine merkezde, az önce kaçtığınız karadeliğe varana dek her şeyi gizleyen, daha da parlak bir gaz, toz ve yıldız kabartısında birbiriyle buluşur. Bulunduğunuz yerden sadece karadelikten atılmakta olan enerjik madde, yani birlikte yol aldığınız madde görünüyor.

Kendi başına akıp giden 300 milyar yıldızın ne anlama geldiğini kavramakta zorlanıyorsanız dert etmeyin: Kimse kavrayamıyor. Ama tropikal adanıza döndükten sonra burada, yukarıdan bakarak gördüğünüz şeyi arkadaşlarınıza anlatmaya çalışırsanız, bilin ki sayı vermenizin yararı olmayacaktır. Onun yerine, bir metre yüksekliğinde küp biçiminde mukavva bir kutu almalarını, içini tepesine kadar kumsalınızdaki kumla doldurmalarını söyleyin. Sonra da aynı kumla bunun gibi 300 kutu daha doldursunlar. İşte gökadamızda, bu kutuların tamamının içindeki kum taneleri kadar yıldız var. Sonra da arkadaşlarınızdan Londra'ya dönmelerini, bu 300 kutunun içindekileri Trafalgar Meydanı'nı kaplayan bir disk biçiminde yere dökmelerini ve üstüne de dört spiral kol çizmelerini isteyin. Ardından Nelson heykelinin omuzlarına tırmanıp oturmalarını söyleyin. İşte Samanyolu'nun 300 milyar yıldızı size şu an böyle görünüyor. Dilerseniz Nelson'ın omzundan vinçle indirilmeden önce arkadaşlarınıza kum tanelerinden birine sarı bir işaret koyduğunuzu söyleyin; bırakın, hangisi olduğunu bulmaya çalışsınlar. İşte gerçek Samanyolu'na yukarıdan bakarak Güneş'in yerini ayırt etmeye çalışan zihninizin ne kadar zorlandığını anca o zaman anlayabilirler. Güneş'in yüz katı küçük Dünya'yı bulmak da cabası. Bir yıldızı bulmak zordur ama gezegen avcılığı çok daha zorlu bir iştir.

Yalnız Samanyolu'nun yukarısından Güneş'i bulmaya çalışan zihninizin arkadaşlarınıza kıyasla bir avantajı var: İnsanların Dünya'dan ya da uzaydan bugüne dek çektiği gökyüzü fotoğraflarını gözünüzün önüne getirerek bir karşılaştırma yapabilirsiniz. Bilim insanları yıllar içinde gökada yıldızlarımızın haritasını çıkardılar ve artık Samanyolu'nun dışına çıkmalarına gerek bile kalmadan Güneş'in (ve Dünya'nın) gökada içindeki yeri hakkında kesin denebilecek bir fikirleri var.

Gece çekilmiş gökyüzü fotoğraflarıyla karşılaştırma yapmak için öncelikle gökada merkezi yakınlarına, her şeyin parlak, güzel ve güçlü olduğu kabartının ve karadeliğin yakınına odaklanıyorsunuz. Bizim gibi önemli bir türün o çok özel konumda ya da onun yakınlarında bir yerde ortaya çıkması daha doğal olmaz

mıydı? Önemimiz göz önüne alınacak olursa Güneş ve Dünya'nın bu galaktik ihtişamın bir parçası olması mantıklı ve çok da yerinde olmaz mıydı?

Durum öyle değil. Güneş sistemi, merkezdeki karadelik ile gökadamız sınırları arasındaki yolun yaklaşık üçte ikilik bir mesafesinde, dört parlak koldan birinin üstünde duruyor. Hiç de öyle özel bir yer değil.* Üstelik yaraya tuz basarcasına, az sonra sizin de tanıklık edeceğiniz üzere, bize kıyasla ne kadar büyük olursa olsun, gökadamızın kendisi bile kozmik ölçekte epey önemsiz kalıyor.

Samanyolu'nun ötesinde görecek neler kaldığını anlamak için arkanıza döndüğünüzde evrenin uzak köşelerini aydınlatan parlak bazı lekeler gözünüze takılıyor. Merak ediyorsunuz: Hiçbir yere bağlı olmayan, serbest yıldızlar mı acaba bunlar? Biraz fazla sürgünde görünüyorlar... Fazla uzaklarda... Yoksa onlar da... Onlar da gökada olabilir mi? Dünya'dan çıplak gözle görülebilirler mi?

Son sorunun yanıtı "hayır".**

Dünya'da başınızı göğe her kaldırdığınızda, kırpışarak bugüne dek gözünüze takılmış her yıldız, Samanyolu Gökadası'na, az önce gördüğünüz spiral diske aitti (ve hâlâ da ait). Hepsi. Geceleyin göğü boydan boya geçen beyazımsı şeritten uzaklarda görünen yıldızlar bile... Samanyolu sonsuz bir küre değil, sonlu bir disktir. Dünya ise onun merkezinde değil, kenarına oldukça yakın bir yerdedir. Dolayısıyla gökyüzünde farklı yönler, tıpkı gece göğün dünyanın farklı yerlerinden farklı görünmesi gibi, farklı yıldızlarla donatılmış görünür. Her ayrı yer, Samanyolu'nun ayrı bir kısmına bakar.

Dünya ekseninin eğriliği nedeniyle güney yarımküre daima gökada merkezine bakarken, kuzey yarımküre de daima merkezden uzağa, çok daha az yıldızın olduğu yöne bakar. Bu nedenle kuzeyde geceler, güneye kıyasla oldukça yavandır.

---

* Gerçi bizim varlığımız onu özel kılıyor olabilir.

** Gözleriniz çok çok keskinse ve nereye bakacağınızı biliyorsanız o ayrı.

Tropik adanızın kumsalında "Samanyolu" diye sözünü ettiğiniz şey, aslında gökadanızın sadece bir dilimiydi. Tek tek görünemeyecek kadar uzaklarda olan ama hep birlikte ışıklarıyla bulutsu şeridi oluşturan milyonlarca yıldızı içeren bir şeritti. Şimdi en gizemli bulduğunuz yerlere doğru zihninizle sıçramaya hazır, bilinmeyen uzaklara doğru bakarken, birden tüm o ışık lekelerinin Samanyolu kadar bulanık göründüğünü fark ediyorsunuz.

Onlar da gökada olmalı o halde.

Siz bunu düşünürken, tam orada, belli bir açıyla başka bir gökada bir anda yükseliyor. Görüntü insanın aklını başından alacak nitelikte. Gökadanın kenarı Samanyolu'nun altından görünmeye başlıyor ve şimdi giderek hızlanıyor. Gördüğünüz şey, yerel bölgedeki "ağabey" gökadamız *Andromeda*. O kadar büyük ki ne olduğunu insanoğlunun bu kadar geç keşfetmesini anlamak güç.

Dünya'dan bakıldığında Andromeda, geceleyin gökyüzünde dolunayın altı katı kadar bir alan kaplar ama o kadar uzaktadır ki içerdiği 1.000 milyar yıldıza karşın çıplak gözle sadece ortadaki kabartılı bölgesi görülebilir. Üstelik o kabartı da küçücüktür. Andromeda'yı ilk fark eden (ve kayıtları bize ulaşan) ilk insan, sıra dışı Farisi gökbilimci Abdurrahman es-Sufi'ydi. İlk bin yılın sonlarına doğru, yani bin yılı aşkın bir süre önce, dünyada pek çok insan kısacık hayatını birbiriyle savaşarak, kurnazca işleyen işkence aletleri icat ederek ve dünyanın sonundan korkarak yaşarken, o yıldızları izliyordu. Es-Sufi, Bağdat altın çağının en büyük gökbilimcilerindendi ama Andromeda'nın merkezdeki kabarıklığını sönük bir ışık bulutu diye betimlerken onun da bir gökada olduğunu bilmesine imkân yoktu. Gökadanın ne olduğunu bile bilmiyordu. Söz konusu bilgi, bin yıl kadar sonra edinildi. 1920'lere ve Estonyalı gökbilimci Ernst Öpik ile ABD'li gökbilimci Edwin Hubble'ın gözlem çalışmalarına dek, gökadaların ayrı yıldız kümeleri olduklarını kimse bilmiyordu. Diğer yıldız gruplarını Samanyolu'ndan ayıran ve kendi başlarına birer

oluşum haline getiren engin alanlar olduklarını ilk fark edenler onlardı.*

Andromeda, evrenin Samanyolu'ndan ibaret olmadığını kesin biçimde ortaya koymaya en yakın kozmik kanıttır.

Şimdi ona bakıyorsunuz ve Samanyolu ile 1000 milyar yıldızlık bu heybetli spiralin aslında birbirleri etrafında döndüğünü fark ediyorsunuz. Bunu fark ettiğinizde, evrendeki gökadaların kozmik bir bale yaptığını da anlamaya başlıyorsunuz. Dansçılar ise uzayın karanlığında yol alan milyarlarca yıldızlık kümelerden oluşan, parlak adalar.

Samanyolu'nu, Andromeda'yı ve yakın ya da uzak diğer gökadaları da içine alan kozmik ufukları aşarken, olağanüstü güçlü bir duygu kaplıyor zihninizi.

Katıksız ve ilahi bir anda, aniden her şeyi görüyorsunuz. Onlarca, yüzlerce, binlerce, milyonlarca, yüz milyonlarca gökada... Dört bir yanda, bin bir farklı boyutta gökada grupları oluşturuyorlar. Görünür evrenin tamamını çaprazlama lif gibi kaplayan, tuhaf yapılar meydana getiriyorlar.

Kimin aklına gelirdi?

Daha birkaç dakika —yoksa saat miydi?— önce tatilde, bir kumsalda uzanmıştınız, şimdi ise koca evren zihninizde. Öyle bir bakış açısına eriştiniz ki evrene saçılmış noktacıklar sizin için artık tekli yıldızlar değil, gökada grupları. Gruplardan her biri Samanyolu'nu da içeren binlerce gökadadan, gökadalarsa yüzlerce veya binlerce milyon yıldızdan meydana geliyor.

Bu muhteşem tabloyu kucaklar, tüm bu yerlere bakarken ister istemez, Samanyolu'nda Güneş'i ya da Trafalgar Meydanı'nda bir kum tanesini bulmakta yaşadığınız güçlüğü, bunca gökada içinde kendi gökadanızı bulmaya çalışırken de yaşayacağınızı düşünüyorsunuz. Yine de zihninizi özgür bırakıyor ve düşünce

* Onlardan önce de bu olasılığı düşünen olmuştu gerçi. Bunlardan ilkinin on sekizinci yüzyılda yaşamış İngiliz gökbilimci ve matematikçi Thomas Wright olduğu düşünülüyor. Ondan birkaç yıl sonra Alman düşünür Immanuel Kant, Wright'ın fikrini daha da geliştirdi.

hızıyla fırlayarak gökadaların döne döne dans edişini, parçalanıp dağılışını, birbiriyle çarpışmasını izliyor, küçücük olanların dev bir komşu tarafından düpedüz yenilip yutularak kayboluşuna tanıklık ediyorsunuz.

Bir dakika...

Endişelenmenizi gerektirecek bir şey olmasın bu?

Göz açıp kapayıncaya dek yeniden Samanyolu'nun yakınındasınız. Andromeda tepenizde. Koskocaman. Sakın o da günün birinde Samanyolu'yla birleşecek olmasın? İki gökadanın birbirlerinin etrafında hareket ettiği açık ama başka bir şey daha var... Daha dikkatle bakıyor ve bir anda Andromeda ile Samanyolu'nun saniyede 100 kilometre gibi hayret verici bir hızla birbirlerine doğru düştüğünü, çarpışmalarına sadece 4 milyar yıl kaldığını fark ederek irkiliyorsunuz.

Güneş'in patlamasına 1 milyar yıl kala, iki gökada birleşmeye başlayacak.

Acıyla yutkunarak, insanlığın *asıl bundan* nasıl kurtarılacağını merak ediyorsunuz ama bir düşünce içinize su serpiyor: Gökadalar öyle büyük ve içindeki yıldızlar arasında o kadar çok boşluk var ki galaktik çarpışmalar kolay kolay yıldızların birbirini parçalamasına yol açamaz... Öyle bir risk var, doğru ama şimdilik o riski kabullenmek durumdasınız.

Bu aşamada Kopernik Felsefi Depresyonu yaşamanız gayet normal. Hatta, keşke Dünya'nın henüz düz sanıldığı ve biz insanların malum nedenlerle kendimizi özel ve evrenin merkezi saydığımız birkaç bin yıl öncesinde yaşıyor olsaydım, diye düşünmeye başlayabilirsiniz. Her şeyin etrafımızda döndüğüne, meleklerin yıldızları ve Güneş'i kozmik bir saat mekanizmasına bağlı kutsal çarkları döndürerek hareket ettirdiğine inanmak, kim bilir ne kadar güven vericiydi! On beşinci yüzyılda yaşamış Polonyalı matematikçi ve gökbilimci Kopernik ne demeye Güneş'in Dünya çevresinde *dönmediğini* ilan edip her şeyi berbat etmiş ki? On yedinci yüzyıl matematikçi ve gökbilimcisi Galileo, Jüpiter'in, Dünya'nın etrafında *dönmeyen* (ya da Güneş'in; ne de

olsa Jüpiter'in etrafında dönüyorlar) ayları olduğunu görmek zorunda mıydı? Öpik ile Hubble ne diye uzayda başka gökadalar olduğunu gördüler? Neden? Hep onlar başlattı bunu!

Eh, haklı oldukları gerçeğini bir kenara bırakacak olursak, Kopernik, Galileo ve başka pek çokları olmasa insanlık kötü kadere mahkûm olurdu ve –belki daha da kötüsü– ben, bu kitabı asla yazamazdım. Siz hiçbir zaman sadece düşünceyle kozmik yöremizde ve tabii (az sonra yapacağınız gibi) daha da ötelerde gezinemezdiniz. Hem laf aramızda, uzayda saklı onca güzellik hiç görülmeden, incelenmeden kalsa ya da –daha beteri– başka akıllı türlerin, kendi uzak kozmik perspektiflerinden izlemelerine terk edilse yazık olmaz mıydı?*

Konu açılmışken ve görünür evrenin muazzam boyutlarını yavaş yavaş sindirmeye başlamışken, sormadan edemiyorsunuz: Başka türler var mı gerçekten? Esasen kapkaranlık bir evrene saçılmış milyarlarca yıldız grubu içinde, kendi etrafında gezegenleri olan, Proxima Centauri gibi başka kırmızı cüceler de var mı? Hayat barındıran dünyaların tepesinde ışıldayan ikili güneş sistemleri var mı? Başka "dünyalar" var mı?

Bu uçsuz bucaksız evrende yalnız olmamız pek mümkün görünmüyor insana: "Bir tek bizsek, ne korkunç bir alan israfı," demişti, ABD'li gökbilimci ve uzaybilimci Carl Sagan, 1985'te. Otuz yılı aşkın bir süre sonra hâlâ sorunun yanıtını bilen yok. Uzayda yaşamın varlığı halen heyecanlı (ve kabul edelim ki ürkütücü) bir olasılık ama hepsi bu: Bir olasılık. Ne var ki durum çok yakında değişebilir çünkü teleskoplarımız uzayda yepyeni dünyalar keşfetmeye başladı. Örneğin, ben, o olasılığın gerçekleşmesini çok ümit ediyorum.

Kaotik insanlık tarihinin en karanlık yıllarında bile bazı insanlar başka dünyaların gerçekten de var olduğunu ileri sürerek din otoritelerine kahramanca meydan okudular. Hatta İtalyan

* Burada "başka akıllı türler" dedim ama İngiliz teorik fizikçisi ve uzaybilimci Stephen Hawking'in şakasını yaptığı gibi (yoksa ciddi miydi?) aslında henüz Dünya'da aklın kanıtını bulabilmiş değiliz.

Katolik keşiş Giordano Bruno, böylesi dine küfür sayılan bir düşünceyi yüksek sesle dile getirdiği için1600'de, Roma'da diri diri yakıldı. Bruno "sayısız güneş ve kendi güneşlerinin etrafında dönen sayısız dünya olduğunu" iddia etmişti. Bu düşüncesi yüzünden acılar içinde öldü.

Bence günümüzde de bilimin henüz açıklığa kavuşturmadığı olgularla yüzleşmektense kör ve sağır oynamayı tercih edecek pek çok insan var ama Engizisyon'a kalkışmayacak kadar bilinçliyiz artık. Dünya benzeri gezegenler zaman içinde keşfedildi ve Giordano Bruno gibilerin itibarları, yakın zamanlarda da olsa pek çok defa iade edildi.

İnsanoğlu, Jüpiter ya da Venüs gibi gezegenlerin varlığından çok zamandır haberdar, orası doğru. Ancak tarihte birinin, Güneş *olmayan* bir yıldızın etrafında dönen bir gezegeni ilk kez görmesi, bundan ancak yirmi kadar yıl önce, 1995'te gerçekleşti. Bu tarihte İsviçreli gökbilimci Michel Mayor ile Didier Queloz bizden 60 ışık yılı kadar mesafedeki bir yıldızın etrafında dönen kocaman bir dünya keşfettiler ve ona *51 Pegasi b* ismini verdiler.

Ne var ki Mayor ile Queloz'un bulduğu gezegen yaşama elverişli değildi çünkü yıldızına fazlasıyla yakın mesafedeydi. Ama yine de bir gezegendi. Bu keşfin ardından her ay benzeri yeni dünyalar bulundu ve sonunda özel geliştirilmiş uydular daha fazlasını bulmak üzere uzaya gönderildi. NASA'nın 2009'da fırlatılan Kepler teleskobu onlardan biri. Bugün 6.000'den fazla aday dünya keşfedilmiş durumda. Bunlardan 2.000 kadarının uzak yıldızlar etrafında dönen gezegenler olduğu doğrulandı. Hatta bazıları çift yıldız sistemleri (iki yıldız etrafında dönen gezegenler). Gelecekte başka pek çok sürpriz haber alacağa benziyoruz. Güneşimizin ailesine dahil olan Venüs, Jüpiter ya da diğerlerinden ayırt edebilmek için bu uzak dünyalara, *öte-gezegen* diyoruz. Bu arada, doğrulanan 2.000 öte-gezegen içinde bir düzine kadarı olası Dünya benzeri gezegen niteliğinde ve bu gezegenlerden, varlığı 2014'te doğrulanan bir tanesi dahil, en az üçü yerküremizle şaşırtıcı benzerliklere sahip (2015'te doğrulananın adı, Kepler 442b).

Tüm bu dünyalar çorak olabilir elbette. Ama hayat barındırıyor da olabilir. Şahsen önümüzdeki yirmi yıl içinde dünya dışı yaşama dair doğrudan ya da dolaylı işaretlerin bulunacağına bahse girmeye hazırım. Belki söz konusu adaylardan, belki de henüz keşfedilmemişlerden birinde... Bu tür uzak dünyaların atmosferi içindeki biyolojik aktivitelere dair işaretleri belirlememizi sağlayacak teknolojiye yakında kavuşuyoruz. Böylesi bir keşfi yaşamak ne harika olurdu, değil mi?

Belirtmeden geçmeyeyim: Bugüne dek keşfedilen öte-gezegenlerin hepsi bizim gökadamızın, yani Samanyolu'nun içinde, dolayısıyla Dünya'ya nispeten yakındı. *Başka* gökadalarda var olabilecek gezegenlerse, sayıları milyarları bulsa dahi, teleskoplarımızın tespit edemeyeceği kadar uzakta.

Örneğin, Andromeda Gökadası yaşam kaynıyor olabilir. Çevremizdeki tüm gökadaların en büyüğü o. Üstelik çok da yakın. Tabii galaktik ölçekte. İnsan ölçeğinde değil. Şu an Dünya'dan Andromeda'nın 1 trilyon yıldızından birinin yakınında bir yere gönderilecek telefon çağrısının ulaşması 2,5 milyon yıl sürer. Temasa geçeceksek eğer, zekice bir soru bulsak iyi olur. Tabii uygun bir de dil.

8 | *Evrenin En Sonundaki İlk Duvar*

Peki, nedir bu görünür evrenin büyüklüğü?

Görülebilenin içine doğru fırlayıp olabildiğince gitseniz, ne olur?

Bir sonu var mıdır?

Bedeninizle tekrar birleştiğinizde biri önünde sonunda size bu soruyu soracağına göre, yanıtı aramaya çalışsanız iyi olur.

Kendinizden emin, gelişigüzel bir yön seçerek harekete geçiyorsunuz.

Kendi gökadanızdan uzaklaşmaya başladığınız anda Samanyolu'nun birbirine kütleçekimle bağlı elli dört gökadalık küçük bir grubun parçası olduğunu fark ediyorsunuz. Bilim insanları bu gruba, *Yerel Grup* diyorlar. Yerel Grup 8,4 milyon ışık yılı genişliğinde bir küreyi kaplıyor. Samanyolu, grubun ikinci büyüğü; Andromeda ise kralı.

Ötelerde diğer gökada grupları uzanıyor. Bazıları birkaç yüz gökada gücünde. Boyutları bizimkini çok aşan bu büyük topluluklara gökada ***kümesi*** diyoruz. Yola hızla devam ederken, ***süperküme*** denen devlerin yanından geçiyorsunuz. On binlerce parlak spiral ve oval diskten meydana gelen bu süperkümeler, birbirine kütleçekimle bağlanarak uzay-zamana yayılmış sayısız yıldızı ve karadeliği barındırıyor.

Süperkümeler, akıllara durgunluk veren büyüklükte yapılar oluşturuyor.

Bildiğiniz her şeyden uzaklaşıp evrene farklı bir ölçekten bakınca, büyük tablo içindeki göreli boyutlarınızı bir kez daha gözden geçirmeniz gerektiğini anlıyorsunuz. Zihninizin gözlerini

sonuna dek açarak dönüyor ve dört bir yanınıza bakıyorsunuz. Mümkün tüm yönlerden olabildiğince ışık toplayarak, karşınızdakinin bir ucu bucağı olup olmadığını görmeye çalışıyorsunuz. Aşağı ya da yukarı kavramı yok burada; solla sağın farkı yok. Şu an Dünya'ya bir milyarı aşkın ışık yılı uzaktasınız ve milyarlarca ışıldayan gökada, inanılmaz boyutta bir karanlığın içine yayılmış. Yakın ya da uzak çevrenizde gökadalar, gökada grupları, kümeler ve süperkümeler birbirlerinden giderek artan, şimdiye dek görmediğiniz kadar büyük mesafelerle ayrılıyorlar.

Samanyolu'nun tüm bu noktalardan sadece biri olduğuna inanmakta zorlansanız da gördüğünüzün hayal değil, insanlığın bilgisi dahilinde bir gerçek olduğunu biliyorsunuz.

Olgular gerçek olsun olmasın Dünya'yı kurtarma fikri size artık o kadar da anlamlı gelmiyor. Ne diye uğraşasınız ki? Niye zahmet edesiniz? Her şeyi geride bırakıp bu güzel ötesi enginlik içinde süzülmenin nazarınızda cazip bir hayale dönüşmesi doğal. Neden hayatınızı burada geçirmeyesiniz? Laboratuvarlarında hayallere dalan bilim insanlarının yaptığı da bu mu acaba?

Gündelik yaşamınıza bir daha dönmeme fikrini tarttığınız sırada tuhaf bir his, içinize sızıp zihninize yepyeni bir enerji aşılamaya başlıyor: Şu an gördüğünüz ve içinde hareket ettiğiniz her şey aslında evrenin insan tarafından anlaşılmış şekli. Her nasılsa evrenin, insan zihninde canlandırılmış hali içinde yol alıyorsunuz. Dolayısıyla tüm bu enginlik, insan beyninin —şayet varsa— sınırları dahilinde olmalı. Kulağa şaşırtıcı gelse de bu, insana güven veren bir fikir ve sizi yeniden düşüncelerini gözün görebildiği yerlere, hatta onun da ötesine yansıtabilen türün üyeliğine, insan olmaya döndürüyor... Uzayın uçsuz bucaksızlığını kucaklıyor ve düşünüyorsunuz: Acaba büyüklüğü bunu da aşıyor olabilir mi? Zihniniz daha fazlasını kucaklayabilir mi? Dünya'nın kaderi her nereye varacaksa bilmeyi, bilmemeye tercih ettiğinize karar veriyorsunuz. Sanal kalbiniz yeniden kabaran merakınızla gümbürderken, çaresizlik hissiyle ileri atılıyor ve yine milyonlarca gökadanın yanından uçarak geçiyorsunuz. İnsanın başına her zaman geldiği gibi kısa sürede her şeye aşinalık kazanıyorsunuz

ve evrenin uçsuz bucaksızlığı bile artık sizi şaşırtmamaya başlıyor. Bir saniye önce size çaresizlik gibi gelen his, şimdi adeta sevince dönüşüyor.

Sağda solda çarpışan gökadaları, patlamayla devleşerek bir anlığına da olsa parlaklıkta kardeşlerini gölgede bırakan yıldızları, yani *süpernovaları* görüyorsunuz. Evrenin her yerinde her şey, her şeyin etrafında hareket ediyor ve siz aklın sınırlarını aşan ölçeklerde, insansı olandan farklı güzellikte bir gösteriye tanıklık ediyorsunuz.

Ardınıza bakmadan ilerleyerek, Dünya'dan 10 milyar ışık yılı uzaklığa erişiyorsunuz.

Zihniniz uzaklara, daha da uzaklara uçmaya devam ediyor.

Dünya'dan 11 milyar ışık yılı mesafedesiniz.

On iki.

On üç milyar ışık yılı ve daha da artıyor...

Büyük bir coşkuya erişiyor, evrenin sonunu bulmaya çalışıyor ama bulamıyorsunuz. Fakat zihniniz hız kesiyor çünkü etraftaki gökadaların sayısı giderek azalıyor. Üstelik gökadaları oluşturan yıldızlar da sanki giderek büyüyor. Hatta muazzam ölçülerde büyüyor. Şu an gördüğünüz yıldızlardan bazıları bugünkü ortalama Samanyolu yıldızından yüzlerce kat büyük. Daha yavaşça da olsa ilerlemeyi sürdürüyorsunuz. İlerideki parlak ışık kaynaklarının sayısı şimdi önemli ölçüde azaldı. Dünya'dan 13.500 milyon ışık yılı kadar bir mesafeye vardığınızda, hemen hemen tüm ışık kaynakları kaybolup gidiyor.

Duruyorsunuz. Aradığınız yere gelmiş olabilir misiniz? Evrenin gerçekten de bir sonu var mı?

Konuyu, birlikte çıktığınız tropik ada seyahatinden önce arkadaşlarınızla bir iki defa ortaya attığınızı hatırlıyorsunuz ama şimdiye dek hiç üstüne gerçek anlamda kafa yormamıştınız. Şimdiyse düşünüyorsunuz: Dünya'dan yola çıkıp evrende sonsuza dek uzaklaşabileceğinizi ve gökada görmeye devam edeceğinizi mi sanmıştınız?

Evrenin, Dünya'dan göründüğü şekliyle içinde ilerlediğinize göre size şunu söyleyeyim: Teleskoplarımız bize sandığınızdan

farklı bir şey gösterdi. Işık kullanarak görebildiklerimizin ve bundan sonra görebileceklerimizin gerçekten de bir sınırı var. Zihniniz henüz o sınıra ulaşmadı ama yakında ulaşacak. Şimdilik uzay ve zamanın öyle uzak bir yerinde ilerliyor ki ilk yıldızlar henüz doğmadı bile. İçinden geçtiğiniz yere ve çağa bu nedenle *kozmik Karanlık Çağ* adı verildi. Oradan geldiğini gördüğümüz her ışık bize ulaşmak için evrende 13,5 milyar yıldır ilerliyor. İşte ilk yıldızlar, 800 milyon yıllık bir süreye yayılan ve ileride bizi ve diğer gezegenlerle yıldızları oluşturacak küçük hidrojen ve helyum atomlarını maddeye dönüştürme işine o zaman başladılar. Bunlar ilk nesil yıldızlardı; Güneşimizse ikici ya da üçüncü nesle ait.

Karanlığın sonsuza dek hüküm süreceği beklentisiyle uçmaya devam ederken, aniden ışığın artık yol alamadığı bir yere varıyorsunuz.

Uzay-zamanda bir duvarı andıran şeyin yüzeyi burası.

Ötesinde evren karanlık değil. Opak. Duvarın hemen önünde duruyor ve sanal elinizi uzatarak, ötesini usulca yoklamaya başlıyorsunuz.

Muazzam bir enerji hissini uyandıran şeye dokunduğunuzda, cisimsiz bedeninizin tüyleri diken diken oluyor. Enerji öyle yoğun ki ışığın oraya niye gidemediğini birden anlıyorsunuz: Bir duvarın içinde meşale yakmaya çalışmaktan farksız olurdu bu. Karşınızdaki yüzeyin gerisinde ışık var ama hareket etme özgürlüğü yok.

Ulaştığınız yer hayalinizin ürünü değil. Teleskoplarımızın görebildiği en uzak nokta. Uzay ve zamanda evrenimizin ışık geçirir olduğu ilk yer ve zaman. O yerin ötesinden, o zamanın öncesinden gelen hiçbir ışık, düz bir çizgi olarak Dünya'ya erişemeyecek. O yerin öncesinden gelen hiçbir ışık, teleskoplarımız tarafından tespit edilemeyecek.

Teorik fizikçilerin bunun anlamını çözmeleri onlarca yıl aldı. En sonunda, bir sonraki bölümde göreceğiniz gibi, her şeye anlam kazandıracak parlak bir fikir geliştirdiler ve fikre *Büyük Patlama Teorisi* adını verdiler.

Ancak sizin şimdilik görünür evrenin sınırına geldiğinizi kabullenmeniz gerekecek. Burası teleskoplarımızla belirlediğimiz ve haritaladığımız bir yüzey. Işığın geçemediği bir duvarın yüzeyi. İsmi ise *son saçılma yüzeyi*.

Tüm bunların kulağa ne kadar tuhaf ve beklenmedik geldiğini anlamaya başladığınız sırada etrafınızdaki her şey birden kayboluyor ve kendinizi yeniden tropik adada, geceleyin göğe bakarken buluyorsunuz. Yıldızlar hâlâ orada, ağaçlarla deniz de öyle... tabii arkadaşlarınız da. Tuhaf biçimde yüzünüze bakıyorlar.

Doğruluyorsunuz ve az önce yaşadığınız olağanüstü yolculuğu onlara anlatıyorsunuz. Güneş'in nasıl öldüğünü –o soruna bir çözüm bulmamız *lazım*– evrenin akıl almaz büyüklüğünü... Ve duvarı! Ta uzaklarda, opaklıktan Karanlık Çağ'a geçişin sınırını belirleyen duvarı!

Arkadaşlarınızın tuhaf bakışları, kaygılı bakışlara dönüşüyor. Sizi ayağa kaldırıp yazlık eve doğru götürdükleri sırada ızgara karidesler mi taze değildi yoksa alkol mü sertti diye tartıştıklarını duyuyorsunuz.

Doğu yönünde birkaç saat sonra yükselen güneşin ışınları Dünya atmosferinin içerdiği tozlardan (özellikle mavi renge karşılık gelenlerden) yansıyarak dört bir yana saçılmaya başlıyor ve uzayı gözlerden gizliyor. Sizse sabaha has kuş sesleri altında, yatakta gözlerinizi açıyor ve yanı başınızda arkadaşlarınızdan birinin siluetini görüyorsunuz. Gece boyu başınızda beklemiş anlaşılan. Her şey rüya mıydı, diye düşünüyorsunuz yine. Zihniniz gerçekten uzayın enginliğinde yolculuk yaptı mı?

Arkadaşınız elinde bir bardak suyla nasıl olduğunuzu sorarken, taptaze bir sabah esintisi alnınızı tatlı tatlı okşuyor ve öyle ya da böyle Dünya'ya dönmenin güzel olduğunu düşünerek, gülümsüyorsunuz.

Ardından gülümsemeniz daha da büyüyor çünkü çok özel bir şey yaşadığınızı, hiçbirinin rüya olmadığını, hepsinin gerçek olduğunu ve size, yıllarca incelemek zorunda kalmadan *görme*

şansının bahşedildiğini içten içe biliyorsunuz. Bilemediğiniz bir nedenden dolayı, bugün bilinen şekliyle evreni gördünüz.

Gülümsediğinizi görünce rahatlayan arkadaşınız kahvaltınızı getirmek için kalkıyor. Ancak o gittiği anda içinizde tüm bunların henüz tuhaf bir maceranın başlangıcı olduğuna dair bir hisle yaşadıklarınızı unutmamak için aklınızdan geçirmeye çalışıyorsunuz.

Palmiye yapraklarından örülmüş örtünüzün üstüne oturup kıyıyı döven dalgaları izlerken, Dünya'nın uzaydan görünüşünü, Güneş etrafında dönen minicik mavi nokta görüntüsünü anımsıyorsunuz. Sonra diğer yıldızlar geliyor aklınıza; gökadamız Samanyolu'nun merkezi yakınında saklanan karadeliğin etrafında dönen milyarlarca yıldız... Ardından Andromeda'yı ve Yerel Grubu oluşturan dört düzine kadar gökadayı düşünüyor, sonsuzluğa ve ötesine uzanan diğer grupları, gökada kümelerini ve süperkümeleri hatırlıyorsunuz.

Hayır.

Sonsuzluğa değil.

Karanlık Çağ'a ve duvara kadar uzanıyorlar. Işığın özgürce yol alamadığı son saçılma yüzeyine kadar.

Biliyorsunuz ki zihniniz hangi yöne doğru yol alırsa alsın, yine o duvara çarpacaksınız.

Buysa sanki kimsenin hayal edemeyeceği kadar büyük bir ölçek içinde Dünya, bir kürenin, sınırlarını o duvarın belirlediği bir kürenin ortasında duruyormuş izlenimi yaratıyor. İnsanlığın geçmiş ve gelecekte erişip erişebileceği görünür evrenin tümü, belki de kürenin içinde var olanlardan ibaret.

Bu düşünceyi özümsemeye çalışarak ileriye, ufka doğru dalgın dalgın bakıyorsunuz.

Son saçılma yüzeyi Dünya'nın çevresini kuşatıyorsa Dünya, sınırları o duvar tarafından çizilmiş bir kürenin merkezinde yer alıyor *olmalı*.

Kulağa gayet mantıklı geliyor.

Ama öyleyse Dünya, gerçekten de görünür evrenin merkezinde *demektir*.

Hayrete düşerek ve inanmakta zorlanarak başınızı sallıyor, bunların akla yatmadığını mırıldanıyorsunuz.

Hem de hiç.

Yine de gözlerinizle gördüğünüz şeyi gördüğünüzü biliyorsunuz ve bir kez daha bakabilmek için oraya geri dönebilmeyi diliyorsunuz.

Yakında bakacaksınız. Ama çok farklı bir perspektiften.

Kendinizi hazırlayabilmeniz için şu kadarını söyleyeyim: Gördüğünüz o yüzey, son saçılma yüzeyi, hikâyenin sonu değildi. Ötesinde en az iki yüzey daha var. Ardında duvarlar olan iki yüzey. İlki, Büyük Patlama'nın kendisi. İkincisi ise Büyük Patlama'ya *neden olan* şeyi saklıyor.

Bu kitabın sonuna geldiğinizde ikinci duvara ve ötesine dek tüm yolu kat etmiş olacaksınız.

Ama önce yavaş adımlarla ilerleyin. Tatildesiniz ne de olsa. Arkadaşınız da şimdi kahvaltınızı getirdi.

Siz kahvaltı ederken, ben de gördüklerinizi biraz düzene sokmanıza yardımcı olayım.

İkinci Kısım

Uzayı Anlamlandırmak

1 | *Yasa ve Düzen*

Hiç uçurumdan atlamaya çalıştınız mı? Ya da bir gökdelenin tepesindeki pencereden?

Muhtemelen, hayır.

Peki, neden?

Ölürsünüz de ondan.

Denemeye kalksam ben de ölürüm. Ya da deneyen herhangi biri...

Peki, neden hepimiz biliyoruz bunu?

Yanıt gizemli ve derin ama bir o kadar da açık. Yanıtın içinde insan ırkının Dünya'yı ve göğün küçük bir kısmını çoktan fethetmeyi neden başardığı da gizli. Yanıtın içinde sizi bu kitabın birinci bölümünde yıldızlara bakmaya göndermeyi neden başardığımız gizli. Mesele, doğa ve yasalarıyla yakından ilintili.

Bilgili biri olsak da olmasak da, okulda fen dersini sevmiş olsak da olmasak da, bilim insanı olsak da olmasak da benliğimizin derinlerini araştırdığımızda, doğanın yasaları olduğu ve bu yasaların çiğnenemeyeceği sezgisinin hepimizde var olduğunu görürüz. Çok yüksekten atlayan birini, acıklı bir sonun beklediği sezgisi de onlardan biridir.

Bizi avcı-toplayıcı atalarımızdan ayıran binlerce yıllık süre boyunca pek çok insan durmaksızın bu yasaların peşine düştü. Üstelik bazılarını bulmayı da başardılar. Günümüzde arayışı sürdürmeye ve doğanın sırlarını daha da ifşa etmeye çalışan alanın adı, *teorik fizik*'tir ve az sonra geçmeniz için size kapılarını açacak (daimi inşa halindeki) krallığın sahibidir.

Bu krallığın İngiliz gökbilimci, fizikçi, matematikçi ve doğa filozofu Isaac Newton'ın, insan duyuları erişimindeki hemen her şeyi açıklamasını sağlayan yeni bir dil yaratmasıyla

—matematiksel analiz dili— inşa edildiği söylenebilir. "İnsan uçurumdan aşağı adım atınca neden havada yürümek yerine yere düşer?" sorusunun yanıtı böylece bir formülle verilmiş oldu. Düşüşün nasıl başladığını bildiğimiz sürece Newton'ın formülü bize düşüşün nerede ve ne hızla sonlanacağını söyler. Aynı formül havayla sürtünmeden kaynaklanan sürüklenmeyi hesaba katmazsak, uçurumdan düşerken bir insan, bir sünger ya da bir kaya parçası arasında fark olmadığını da söyler. Formül ayrıca Ay'ın Dünya etrafındaki bir turunu yirmi sekiz günden biraz kısa sürede tamamladığını, Dünya'nın ise Güneş etrafında bir yılda döndüğünü söyler. Bu formüle Newton'ın *evrensel kütleçekim yasası* denir. Geliştirdiği bu yasayla Isaac Newton bugün hâlâ gelmiş geçmiş en parlak zihinlerden biri kabul edilir.

Böyle bir yasayı ortaya koymanın çok güzel bir his olduğunu ve Newton'ın kendinden memnuniyet duymuş olması gerektiğini tahmin etmek için bilim insanı olmak gerekmiyor. Ancak garipitir, Newton kutlamak için (yerinde olsam yapacağım gibi) her gece partiler vermek yerine, yanılmadığından emin olmaya çalışmayı tercih etti. Bu amaçla kütleçekim formülünün "evrensel" diye nitelenmeyi gerçekten hak edip etmediğini kontrole başladı. Ölçek burada hayati önem taşıyor çünkü kitabın ilk bölümünde de farkına vardığınız gibi, ölçek açısından Dünya, en hafif deyişle, pek de abartılacak nitelikte değil. Üstelik küçük bir toz tanesi için geçerli olan şey, bir gökada için geçerli olmayabilir.

Newton'ın zamanında geliştirdiği formülün Dünya üstünde hatalı olduğunu kanıtlayabilecek, hatta ona meydan okuyabilecek tek bir deney yoktu. Bir ok, örneğin, daima düşmesi gereken yere düşüyordu. Fırlatılabilse bir dağ da yine düşmesi gereken yere düşerdi.

Peki, ya daha da büyük şeyler? Ya kütleçekim etkilerinin gezegenimizdekine kıyasla daha yoğun olduğu yerler? Yanıtı bulmak için Dünya'nın ötesine bakmamız gerekiyor. Evrende kısa süre önce bir tur attığınıza göre, bakmamız gereken en bariz ve kolay yerin aynı zamanda en parlak yer olduğunu artık biliyorsunuz: Güneş.

2 | *Başa Bela Bir Kaya Parçası*

Yıldızımızın yüzeysel kütleçekimi –yüzeyindeyken sizi aşağı doğru çekişi– gezegenimizden yaklaşık yirmi sekiz kat güçlü olabilir ama kitabın bir önceki bölümünde uzayı keşfederken karşınıza çıkan kütleçekimi en güçlü cisim Güneş değildi. Örneğin, karadelikler çok daha güçlüydü. Ancak yine de Güneş, Dünya'yı kolayca geride bırakır. Hem incelenmesi de karadeliklere kıyasla çok daha kolaydır. Peki, Newton'ın formülü gezegenimizin çevresinde işe yaradığı gibi yıldızımızın çevresinde de işe yarıyor mu? Bunu nasıl kontrol edebiliriz?

Gördüğünüz gibi, güneş sisteminde sekiz gezegen var. Güneş'e en uzak olandan en yakınına göre bunlar Neptün, Uranüs, Satürn, Jüpiter, Mars, Dünya ve Venüs. Belki bu gezegenlerin uzaydaki hareketlerine yakından bakıp Güneş'in onları, Newton yasasına uygun biçimde kendine çekip çekmediğini kontrol edebiliriz. Aile hayatından feragat etme pahasına gecelerini yıldızlara bakarak geçiren pek çok gökbilimci sayesinde insanlık Newton'dan önce bu yörüngelerden bazılarını tam olarak belirlemişti.* Yanıtsa neredeyse gerçek olamayacak kadar güzeldi: Gezegenlerin kendi aralarındaki etkileşim de göz önüne alındığında, yukarıda sayılan gezegenlerin hepsi** tamı tamına Newton'ın formülüne göre hareket ediyordu. Ne büyük bir rahatlama... Formül gerçekten de evrenseldi. Annesi kim bilir Newton'la ne kadar gurur duymuştur.

Ama bir dakika. Keskin gözlüleriniz yukarıdaki listede gezegenlerden birinin eksik olduğunu fark etmiştir. Güneş sistemine

---

* Uranüs ve Neptün daha sonra keşfedildi ki bu da aslında Newton'ın formülü sayesinde oldu.

** Uranüs ve Neptün dahil.

ait sekiz gezegenden yedisinin ismini verdik sadece. Bir tanesini unuttuk. Güneş'e en yakın olanı. Güneş'in kütleçekimini diğerlerinden fazla hissedeni. Merkür'ü.

Konu Merkür olduğunda küçük bir sorun var. Ufak bir uyuşmazlık. Büyük bir şey değil. Hatta o kadar küçük ki fazla bir önem taşımaması gerekir. Ama taşıyor. Newton'ın çalışmasını izleyen iki yüzyıl içinde bu küçük uyuşmazlık, insanlığın uzay ve zaman hakkında bildiği her şeyi değiştirdi.

Merkür pek etkileyici değildir. Uydumuz Ay'dan büyükçedir ve Güneş sisteminin en küçük gezegenidir. Kayalık bir yapısı vardır ve yüzeyi, yakın zamanda kaybolma ihtimali görünmeyen kraterlerle bezelidir. Atmosferi, biçimsiz şekilleri ve izleri düzeltecek hava koşulları yoktur. Kısacası Merkür öyle tatil beldesi seçilebilecek türden bir gezegen değildir. Kendi ekseni etrafında tam bir turunu elli dokuz Dünya gününde tamamlar. Yani, Merkür'de bir gece, Dünya'da bir ay sürer ve bunu da benzer uzunlukta bir gündüz takip eder. Merkür'de gece de gündüz de kâbus gibidir. Gündüz sıcaklık 430°C'ye ulaşabilir, geceleriyse –180°C'ye düşebilir. Newton bu ayrıntıları bilmiyordu ve Merkür'de hayatın ne kadar zorlu olduğunu tahmin bile edemezdi. Ama biz bugün biliyoruz. Bugün ayrıca Newton'ın formülüne göre Güneş etrafındaki tüm gezegenlerin izlediği yörüngenin hafif basık bir çember gibi olması gerektiğini de biliyoruz. Yukarıda da dediğim gibi, Newton'ın hesapları tüm gezegenler açısından, gözlemlerle kusursuz uyum içindeydi (hâlâ da öyle). Artlarında iz bıraksalar gezegenlerin her biri gökte basık bir çember, bir *elips* çizerdi ve tıpkı Newton'ın öngördüğü gibi her yıl tekrar tekrar neredeyse aynı yolu izlerdi. Ama Merkür öyle değil. Merkür'ün yörüngesi bir ucundan diğer ucuna devrilen yumurta misali kendi etrafında döner ve dolayısıyla Merkür, üst üste iki defa aynı yolu izlemez. Bu durum vaktinde Newton'ın tahmin ettiği gibi, *büyük oranda* diğer gezegenlerden kaynaklanır; diğerleri her yaklaştıklarında, küçücük Merkür'ü kendilerine doğru çekerler. Ama *büyük oranda. Tamamen* değil. Çok küçük de olsa bir uyuşmazlık mevcuttur. Akrep ve yelkovanı olan, eski tip bir

saatin birbiri ardına gelen iki saniyesi arasında kalan alanı hayal edin ve o alanı beş yüze bölün. Elde ettiğiniz parçaların her biri Merkür'ün basık çemberinin tek bir yüzyıl içinde Newton'ın hesabından sapma açısına karşılık gelir.

Bilim insanlarının bu kadar küçük bir sapmayı yüz binlerce yıl beklemeye gerek kalmadan belirlemesi inanılmaz gelebilir ama gerçekte olan tam da buydu. Daha beteri, bugün Newton formülünün sapmayı, bırakın açıklamasını, öngörmesinin bile imkânsız olduğunu anladık. Çünkü söz konusu uyuşmazlık, kütleçekimin, Newton'ın hayal bile edemeyeceği bir yönüyle yakından ilgiliydi.

Newton'ın denklemi cisimlerin birbirini nasıl çektiğini ölçüyordu ama kütleçekimin gerçekte ne *olduğuyla* ilgili bir şey söylemiyordu. Zavallı Isaac (ve başka birçok bilim insanı) aslında kütleçekimin nereden geldiğini anlamak için çok vakit harcamıştı. Cisimlerin birbirini çekmesine neden olan şey, maddenin kendi özelliği miydi? Evrendeki tüm cisimler arasında bir bağ mı vardı? Eğer öyleyse nasıl bir bağ? Şimdiye dek ayaklarımızla gezegenimizin zemini veya Dünya ile Ay arasında görünür ya da görünmez herhangi bir lastik keşfetmedik. Peki, manyetik bir bağ olabilir mi? Mıknatısı ayağımıza tuttuğumuzda yapışmıyor çünkü vücudumuz elektriksel olarak nötr. O halde kütleçekim, manyetik bir güç olamaz. Peki, ne o zaman? Hem gezegenlerin en küçüğü, şu inatçı Merkür niye diğerleriyle aynı fikirde değil?

Newton 1727'de öldü. Bu sorulara açıklama bulmayı başaramadı. Ondan ancak yüz seksen sekiz yıl sonra birinin aklına inden hayli tuhaf ve yepyeni bir fikir geldi.

3 | 1915

Fizik alanında araştırma yapmanın iyi yanı, gözlemler teoriyle bağdaşmadığı zaman öncelikle gözlemde hata olması gerektiğini söylememizdir. O durumda deneyi yeniden yaparız ve deneyler inatla ve tekrar tekrar yanlış bir cevap verirse şans eseri alternatif bir teoriyi kullanarak bu tür bir sonucu öngörmüş, bilinmeyen birilerinin olup olmadığına bakarız. Yanıt "hayır" ise doğanın neden o şekilde davrandığı konusunda hiçbir fikrimiz olmadığını varsayabiliriz. Böyle bir durumda en emniyetli seçenek, her şeyi teker teker denemektir. Elbette en çılgın fikirler de "her şey"e dahildir ve söylemeliyim, işin bu kısmı çok eğlencelidir. Daha sonra göreceğimiz gibi, günümüzde evrenin nasıl doğduğunu anlamak için derinlemesine sorguladığımız fikirler, en iyi bilimkurgu örneklerine taş çıkartacak niteliktedir (ve Kraliyet Gökbilimcisi Sir Martin Rees'in, Ludlow Baronu Rees'in de dediği gibi, iyi bilimkurgu kötü bilimden iyidir). Bu fikirlerin çoğu genelde yanlıştır elbet. Ama bunun önemi yoktur. Önemlisi, araştırıp neler olduğunu görmektir. Şimdiye dek bu yaklaşım gayet iyi işlemiştir.

Newton'ın formülü iki yüzyıl kadar sorunsuz kullanıldı ve doğrusu Merkür'ün durumunun da insanların hayatı üstünde pek bir etkisi yoktu. Ancak günün birinde bir bilim insanı kütleçekim konusunda akıllara zarar bir fikirle çıkageldi.

Güneş'i uzayda hayal edin; etrafında da Merkür dönüyor. Diğer her şeyi unutun. İkisi evrende yalnızlar. Kocaman, parlak bir güneşin etrafında dönen küçük, kayalık bir gezegen.

Şimdi Merkür'ü de atın. Güneş'i de atın.

(Daha da net söyleyelim: geriye hiçbir şey kalmasın.)

Ya kütleçekimin geriye kalan o "hiçbir şey"le, yani evrenin kendi dokusuyla (o doku her neyse artık) bir ilgisi varsa?

Böyle bir durumda neler olacağını anlamak için gelin Güneş'i tekrar yerine koyup düşünelim. Bir an için evrenimizin dokusunun şekil alabildiğini düşünürsek Güneş'le evren arasındaki en basit etkileşimlerden biri, Güneş'in uzayı bükmesi olurdu. Nasıl mı? Gergin bir kauçuk levha üstünde ağır bir topun durduğunu hayal edin. Kauçuk levhanın topun etrafındaki kısımları içeri çökecektir. Kauçuk levhayı sabunla sıvarsanız levhanın üstünde yürüyen herhangi bir şey –bir karınca, örneğin– bükülmüş kısma yaklaşınca kayıp topa doğru düşer. Bu etki karınca tarafından kütleçekim gibi hissedilebilir.

Yıldızlar ve gezegenler sabunlu bir kauçuk levha üstünde olsa kuşkusuz şimdiye dek fark ederdik. Dolayısıyla evren düz ve katı bir kauçuk levhadan yapılmış olamaz. Ancak görünmez 3 boyutlu, hatta 4 boyutlu bir dokusu olabilir. O hacimli doku neden yapılmış olursa olsun, içindeki maddelerin etrafında büküldüğünü niye hayal etmeyelim? Tek bir düzlemde değil elbette, her yönde. Okyanusta batan bir top, etrafındaki suyu büküyormuş gibi.

Bu fikri bir an için ciddiye alırsak kütleçekim bükülmenin sadece bir sonucu olur. Bir şey ne zaman düşerse düşsün cisimleri aşağı çeken bir kuvvet yüzünden değil, evrenin dokusundaki görünmez bir bükülmeden dolayı düşer (daha fazla düşmesini engelleyecek bir zemine çarpana dek).

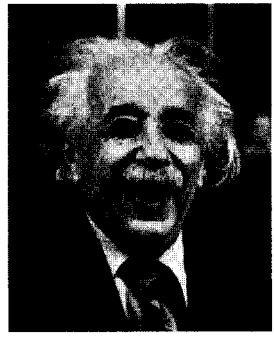
Evet, çılgınca bir fikir ama bir şans tanımaya değmez mi? Böyle bir evrende cisimler nasıl hareket ederdi acaba?

Bu "bükülme" teorisini kullanan geometrik hesaplar aslında Merkür'e dek tüm gezegenler için Newton'ınkilerle birebir aynı sonuçları verir ki bu da heyecanlı olduğu kadar güven verici bir durumdur. Peki, ya Merkür?

"Bükülme" denen akıllara zarar fikri ortaya atan adam, tanımını yaptığı gibi bir evrende Merkür'ün basık çember yörüngesinin, Güneş etrafında Newton'ın hesaplarıyla uyuşmayan bir biçimde döneceğini keşfetti. Ne kadarlık bir uyuşmazlıktı bu? Bir saatin üstündeki saniyenin yaklaşık 500'de birine karşılık gelen bir açı kadar. Her yüzyıl. İnanılır gibi değil. Newton'ın ölümünden sonraki yüz elli yılı aşkın süre boyunca kimse bunu

fark edememişti. Ama o etti. Yanılmamıştı. Kütleçekim bir anda sır olmaktan çıktı. Kütleçekim evrenin dokusunun, içinde barındırdığı cisimler yüzünden bükülmesiydi. Newton bunu göremezmişti. O güne dek kimse görememişti ve bugün de hâlâ bu bakış açısının olası tüm sonuçlarını anlamaya çalışıyoruz.

Stephen Hawking'in sıkça söylediği bir cümle var: "Keşfin hazzını seksle kıyaslayamam ama daha uzun sürdüğü kesin." Merkür problemini çözen adamın fotoğrafına şöyle bir bakmak bile Hawking'in sözlerindeki doğruluğu anlamak için yeterli.



Adamın adı, Albert Einstein ve anlattığımız teori, madde ve evrenin yerel geometrisini kütleçekim teorisiyle ilişkilendiren teoriyse *genel görelilik teorisi.*

Teori ilkin yüz yıl kadar önce, 1915'te yayınlandı ve Einstein'ın farkında olmadan her şeye bakışımızda devrim yarattığının bilim insanları tarafından anlaşılması biraz zaman aldı. Kendisinden önce herkesin inandığının aksine Einstein, evrenimizin bir biçiminin olabileceği gibi dinamik de olduğunu, yani zamanla değişebildiğini keşfetmişti. Yıldızlar, gezegenler ve diğer her şey hareket ederken, evrenin dokusunda yarattıkları bükülme de onlarla beraber hareket ediyordu. Üstelik bu cisimlerin yakın çevreleri için geçerli olan şey, bütün olarak evrenin kendisi için de geçerli olabilirdi. Diğer bir deyişle, kendisi inanmasa bile Einstein evrenimizin zamanla değişebileceğini, bir geleceği

olabileceğini bulmuştu. Bir şeyin geleceği varsa o zaman bir geçmişi, bir tarihi, hatta belki bir başlangıcı da olabilirdi.

Einstein'dan önce evrenimizin bir şekilde daima *var olduğu* düşünülürdü. Şimdi ise böyle olmadığını biliyoruz; en azından bizim deneyimlediğimiz şekliyle. Bunu bileli yüz yıl oldu. Dolayısıyla bilgilenme açısından bakarsak içinde yaşadığımız evren, bizim evrenimiz, henüz yüz yaşında.

4 | *Geçmiş Katmanları*

Birinci Kısım'da yaptığınız gibi bilinen evrende yolculuğa çıkmak, tropik adada gezintiye çıkıp ağaçların güzelliği karşısında hayrete düşmeye benziyor biraz. Böyle bir gezintinin ardından elbette yazlık evinize dönebilir, arkadaşlarınızı bir şeyler içmeye çağırabilir ve onlara adanın ne kadar harika, taptaze okyanus havasını solumanın ne güzel bir his olduğunu anlatabilirsiniz. Fakat onlar da doğal olarak ağaçların nasıl büyüdüğünü, yapraklarının neden yeşil olduğunu, tüm bitkilerin oldukları hale nasıl geldiklerini merak edebilirler...

Evreni ormanımız gibi düşünürsek, hakkında öğrenilecek neler vardır? Arkadaşlarınız yediğiniz karideslerin tazeliğini sorgulamak yerine, büyük tabloyla ilgili ne sormalıydı size? Seyretmenin ötesinde anlaşılacak herhangi bir şey var mı? Hem ciddi düşünürsek: Yaptığınız gibi bir yolculuk mümkün mü uzayda?

Son sorunun yanıtı basit: Sadece bedeninizle ya da bir uzay gemisiyle, hayır; mümkün değil. Bildiğimiz kadarıyla uzay ve zamanda zihniniz dışında herhangi bir şekilde yolculuk yapmanız –şimdilik– imkânsız. Herhangi türde bir bilgi taşıyan hiçbir şey ışık hızından hızlı yol alamaz. Dolayısıyla zihninizin Birinci Kısım'da yaptığı şey, aslında evrenin bugün bilinen şekliyle 3 boyutlu ve dondurulmuş bir resmi içinde uçmaktı. Yeryüzünde üretilmiş tüm teleskopların çektiği tüm fotoğrafların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş bir resim içinde. Ama ben hareket eden şeyler gördüm, hiç de donmuş bir resim değildi, diye cevap verebilirsiniz... Tamam, haklısınız. O halde "neredeyse" donmuş bir resim diyelim. Şimdi, ne anlam çıkarabiliriz bundan? Her şeyin evrimine hükmeden bir yasa var mı?

Zihinsel yolculuğunuzun ertesi sabahı, gece başınızda bekleyen arkadaşınız kahvaltılık bir şeyler almak için evinizden

gittiğinde, onu göremediğiniz halde dışarıda bir yerlerde olduğunu sezgisel olarak biliyordunuz, değil mi? Duman olup uçmuşunu ve zamanda geriye giderek dinozor avlayıp budunu pişirdikten sonra yemeniz için size getirdiğini hayal etmeye kalkmadınız. Tamam, sıkı bir macera olurdu, kabul ama uçurumdan ya da pencereden atlamanın akıllıca olmayacağı gibi, bu da gerçek olmayacaktı elbette. *Neden* gerçek olmayacağını anlatabilmek ve kanıtlamaksa hayli yaman iş. Ancak evrenin sırlarını çözmeye çalışacaksak birkaç varsayımı da kabul etmemiz gerekiyor. İlk varsayım ya da "postulat"ımız şöyle: Bizler bir şekilde doğayı, duyularımızın da söyleyebildiğinin ötesinde anlama yetisine sahibiz. Bu varsayımda bulunabilmek için şu andan itibaren doğanın benzer koşullar altında uzay ve zamanın her yerinde –burada veya uzayda; ister şimdi, geçmişte ya da gelecekte; görebildiğimiz yahut göremediğimiz; ister bildiğimiz ya da bilmediğimiz zamanlarda– aynı yasalara tabi olduğunu varsayacağız... Buna, **birinci kozmolojik ilke** adını vereceğiz. Kalın harflerle yazılmasının nedeni, önemi. Yola bu varsayımla çıkmazsak tamamen sıkışıp kalır, bakmadığımız yerlerde, bizden uzak yerlerde ya da uzak bir geçmişte neler olduğu konusunda herhangi bir tahminde bulunamayız. Bu varsayımı kabul etmezsek arkadaşınız gayet zamanda yolculuk yaparak leziz bir dinozor avlamış olabilir.

Aslında bu ilk postulatın doğruluğu yönünde pek çok işaret mevcut; en azından teleskoplarımızla gördüğümüz evrenin içinde.

Güneşi ele alalım.

Ondan hangi parçacıkların, hangi türde enerjinin, hangi ışık frekanslarının geldiğini biliyoruz. Güneş'in yüzeyinden fırlayıp Dünya'ya indikleri anda tespit ediyoruz tüm bunları. Peki, ya uzaklardaki diğer yıldızlar? Onlar da aynı nükleer füzyon reaksiyonu yüzünden mi parıldıyorlar yoksa tamamen farklılar mı? Üstünü ateş sarmış bir kütük gibiler mi yoksa Güneş gibi plazmadan mı meydana geliyorlar? Bu tür araştırmalar için fazlaca araç yok elimizde. Hatta tek bir tane var: O yıldızlardan gelen ışık. Bu ışığın içinde yıldızların pek çok sırrı şifreli ve açığa kavuşturduğumuz sırlardan biri, fizik yasalarının her yerde aynı

işlediği gerçeği. Evreni anlamamızda kilit rolü oynayan şey ışık olduğuna göre gelin, onun ne olduğuna bakalım.

Işık, yani diğer adıyla elektromanyetik radyasyon, hem parçacık (*foton*) hem de dalga olarak düşünülebilir. Daha sonra da göreceğiniz gibi, bu tanımların her ikisi de geçerli olmakla kalmıyor, dünyamızı anlamak istiyorsak, ikisinin de göz önüne alınması gerekiyor. Ancak şimdilik ışığa sadece dalga olarak bakmamız yeterli.

Okyanustaki dalgaları tarif etmek için iki şeyi belirlemeniz gerekir: Dalgaların yüksekliği ve ardışık iki dalga tepesi arasındaki mesafe. Yüksekliğin önem taşıdığı gayet açık: Yaklaşan 50 metrelik bir dalgaya, 2 milimetrelik bir dalgayla aynı tepkiyi vermemiz mantıklı olmaz. Aynı şey ışık için de geçerlidir ve bir ışık dalgasının yüksekliği, *şiddeti* dediğimiz şeyle ilgilidir.

Benzeri biçimde, denizde aralarında yüzlerce metrelik mesafe bulunan dalgalar ile birbirine çok yakın dalgalar arasında da fark vardır. Aradaki mesafeye, mantıklı bir yaklaşımla, *dalgaboyu* denir. Dalgaboyu ne kadar uzunsa belli bir zaman aralığı içinde gelen dalgaların sayısı o kadar az olur ki bu rakam da dalganın *frekansı* ile bağlantılıdır. Dalgaboyunun kısalmasıyla birlikte (ya da frekansın artmasıyla) enerjinin artacağını sezgisel olarak kavrayabilmek için kendinizi bir barajın önünde hayal edebilirsiniz: Baraja ayda bir defa çarpan 5 metre yüksekliğinde bir dalga sizde büyük bir endişe yaratmaz ama benzeri bir dalganın saniyede on defa çarpması yaratır. Işıkta da durum aynıdır: Dalgaboyu ne kadar kısaysa (ya da frekans ne kadar yüksekse) dalga tarafından taşınan enerji o kadar büyüktür.

Gelelim bizlere. Atalarımızın sandığının aksine, gözlerimiz bir ışık kaynağı değil, ışık alıcısıdır ve şiddet ya da dalgaboyu açısından, var olan tüm ışık türlerini algılayacak özellikte değildir. Çok güçlü bir ışık kaynağı retinanızı hemen ve kolayca yok ederek saniyeler içinde sizi kör eder. Güneş'e ya da bazı lazerlere veya şiddetli herhangi bir ışık kaynağına uzun süre bakarsanız aynısı olur. Bizler yalnızca ne çok şiddetli ne de çok sönük olan ışık dalgalarını görebiliriz.

Gözlerimizin dalgaboyu konusundaki sınırlılığı ise daha girift bir konudur. Atalarımızın evrimleştiği (ki buna insansı bir şekle sahip olmalarından çok öncekileri de katıyoruz) binlerce yıllık dönem boyunca ışığı algılayan organları, hayatta kalmak için en çok gereksinim duyulan şeyleri görmeye alıştı. Meyve toplamak ya da kılıç-dişli bir kaplanın varlığından haberdar olmak için yeşil, kırmızı ya da sarı renkleri görebilmek, uzaklardaki karadeliklerin içine düşen yıldızların yaydığı X ışınlarını görmekten daha yararlıydı. Kısacası, gözlerimiz gündelik yaşamda en gerekli ışığa uyum sağladı. Sadece X ışınlarını algılayabilseydik uzun zaman önce yeryüzünden silinirdik.

Nihayetinde gözlerimizin bugün görebildiği şeyler, var olan tüm doğal ışık türlerine kıyasla epeyce sınırlıdır. Ama evren buna aldırış etmez. O her tür ışıkla doludur. Yine mantıklı bir yaklaşımla, görebildiğimiz bu ışıklara, *görünür ışık* adını verdik ve her bir grubunu ayrıca adlandırdık: Renkler. Bir renkle diğerinin arasındaki fark kimi zaman keyfi görünebilir ama çok hassas bir matematiksel tanım, mesafeyi, yani renklerin dalgaboyunu temel alan bir tanım mevcuttur.

Bazı hayvanların gözlerinin farklı evrimleştiği, insanın algılayabildiğinin biraz dışında ışıkları görebildiği doğrudur. Örneğin, yılanlarda kızılötesi görüş vardır; bazı kuşlar morötesi ışıkları görebilir ki her ikisi de insanın görme yetisinin ötesindedir.* Ancak şimdiye dek bu ışıkları belirleyen aygıtları üretebilmiş herhangi bir hayvan olmadı. Biz hariç. Üstelik bu konuda kendimizi epey geliştirdik.

En düşük enerjilisinden en yükseğine, etrafımızı kuşatan ışıklar şunlardır: Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışık, görünür ışık, morötesi ışık, X ışınları ve gama ışınları. Radyo dalgalarının dalgaboyu çok uzundur. Her bir dalga arasında 1 metre ile 100.000 kilometre hatta daha da fazla aralık vardır.

---

* Son araştırmalar gözlerimizin –normalde görünmez olan– kızılötesi ışığı biraz algılayabildiğini gösterdi. Ancak beynimizin bunu nasıl değerlendirdiği henüz bilinmiyor...

Gama ışınlarının dalgaboyuysa bir milimetrenin milyarda birinden de kısadır. Ancak bunların hepsi ışıktır. Şimdiye dek ürettiğimiz tüm teleskoplar, nereden gelirse gelsin, şiddeti ne olursa olsun, bu ışıkları toplamak, evrene teknolojimizin elverdiği tüm farklı pencerelerden bakmamızı sağlamak üzere geliştirilmiştir. Dolayısıyla gökyüzüne ister çıplak gözle ister teleskopla baktığınızda, uzaklardaki bir kaynaktan gelerek uzayda yayılmış ışık dalgalarını yakalarsınız. Önceden de dediğim gibi, Birinci Kısım'da, kaydedilen ve rapor edilen tüm bu görüntülerin üç boyutlu bir yeniden yaratımı içinde yolculuk yapmıştınız. Ancak o sırada fark etmemiş olabileceğiniz bir şey var. Yolculuğunuzu uzayda yaptığınız kadar geçmişe doğru da yaptınız. Çünkü ışık gecikmesiz, anında yol almaz.

Bu durumda, tropik adadaki arkadaşlarınızın size sorabileceği enteresan ama biraz da moral bozucu bir soru şu olabilir: Bizler belki bir akşam yemeğinde, belki de başka bir yerlerde, gökte gördüğümüz yıldızların hepsinin aslında ölü olduğunu duymamış mıydık?

Doğru mu bu? Yıldızların hepsi ölü mü?

Yok, hayır, değil. En azından hepsi değil.

Gelin, bir bakalım.

Farz edelim ki Noel'de herkese çirkin kristal vazolar vermeyi seven uzak akrabalarınızdan biri, örneğin, büyük halanız, Avustralya'da, Sydney'de yaşıyor. Biraz eski kafalı olduğundan kimseyi kendisinden haberdar etmiyor. Yalnızca Ocak ayındaki doğum gününde posta kutusunun yanında bir fotoğraf çekiyor ve zarfa koyup herkese gönderiyor. Kartpostalın arkasına da şöyle yazıyor:

Bugün benim doğum günüm.
Sesinizi duymak isterim.
Halanızdan sevgilerle.
Not: Umarım gönderdiğim vazoyu beğenmişsinizdir.

Sorun şu ki her yıl kendinize halanızı hatırlamayı söz verdiğiniz halde hatırlamıyorsunuz ve her seferinde kartpostalı aldığınızda halanız için artık o gün "bugün" olmuyor. Hatta aylardan ocak bile olmayabiliyor. Sizse her zamanki gibi onun gün boyu telefon başında beklemiş olmadığını ümit ediyorsunuz.

Öyle ya da böyle, bu hikâyede önemli olan, kartpostalı postalamadan bir dakika önce çekilen fotoğrafın, yani şu an elinizde tuttuğunuz fotoğrafın, halanızın *şimdiki* görüntüsüne karşılık gelmiyor olması. Hatta belli mi olur, halanız arada ölmüş bile olabilir; tıpkı gökyüzündeki yıldızların bazıları gibi. Yok, yok, merak etmeyin, büyük halanız sapasağlam ve hayatta. Yine ondan vazolar almaya devam edeceksiniz ve kartpostal yerine e-posta kullanmaya ikna etmek için birkaç denemede daha bulunacaksınız. Ne de olsa öylesi çok daha hızlı. Ama yine de tamı tamına *anlık* olmaz. Hiçbir şey anlık değildir zaten. E-postayla bile halanızın fotoğrafını, gönderimi takip eden, saniyeden de kısa sürenin sonunda alırsınız ama yine de gecikmeli alırsınız. Dolayısıyla halanız, siz e-postayı alana kadar ölmüş olabilir.

Burada amaç sizde tanıdığınız herkesin ölmüş olabileceği paranoyasını uyandırmak değil. Amaç, mümkün en hızlı mesaj hizmetinin *ışığı* iletişim aracı olarak kullandığı uzayda ne olduğunu göstermek. Işık, ne kadar hızlı olursa olsun, anlık seyahatten çok uzaktır. Uzayda ışığın rakipsiz hızı, *saniyede* 299.792.458 kilometre gibi akıl almaz bir seviyeye erişir. Siz bu cümleyi okurken ışık Dünya'nın çevresini yaklaşık yirmi altı defa dolaşabilir. Işık gerçekten de hızlıdır; var olan en hızlı şeydir ama uzayın gökadalar arası mesafeleri düşünüldüğünde şaşırtıcı derecede yavaştır.

Bir yıldız her parladığında, ışığı kendisinin bir imgesini taşır. Bu imge uzayda ışık hızıyla ilerler ve bize ulaşması çok uzun zaman alabilir. Diğer bir deyişle, evet, gökyüzünde en uzaklarda gördüğümüz yıldızlar büyük olasılıkla ölüdür. Ama hepsi değil. Örneğin, Güneş yaşıyor. Daha doğrusunu söylemek gerekirse, şu an yaşayıp yaşamadığını kimse bilmiyor ama sekiz dakika yirmi saniye önce ölü değildi.

Birinci Kısım'da gördüğünüz gibi, Güneş'ten gelen ışığın aramızdaki 150 milyon kilometrelik mesafeyi kat etmesi yaklaşık sekiz dakika yirmi saniye sürer. Güneş parlamayı *şimdi* bıraksa (büyük denebilecek) bu sorundan ancak sekiz dakika yirmi saniye sonra haberimiz olur. Bunun bir diğer anlamı da Dünya'dan Güneş'in daima sekiz dakika yirmi saniye önceki halini görüyor olmamızdır. Hiçbir zaman *şimdiki* halini göremeyiz. Güneşli bir günde gökte ışıldayan Güneş aslında hiçbir zaman sizin onu gördüğünüz *zamanki* gibi değildir. Hatta onu gördüğünüz *yerde* de değildir. Işığının teninize ulaşması için geçen sekiz dakika yirmi saniye içinde Güneş gökadamızın merkezi etrafındaki kendi yörüngesinde yaklaşık 117.300 kilometre ilerler.

Evrende teşpit etmeyi başardığımız en uzak ışık, teleskoplarımıza girmeden önce, evrenin ışık geçirmeye başladığı zamandan yola çıkarak 13,8 milyar yıl yol almıştır.

Geçirgenleşmeden birkaç yüz milyon yıl sonra parlamaya başlayan dev yıldızların ışıkları bize daha yeni ulaşarak onları gözlerimize görünür kılsa da, o yıldızlar şüphesiz artık mevcut değildir.

Aynısı Güneş ile evrenimizin uzak yerleri arasındaki başka pek çok yıldız için de söylenebilir.

Örneğin, 24 Ocak 2014'te gökbilimciler gökyüzünde, çok uzaklardaki bir gökadada patlayan bir yıldız gördüler. Patlamadan yayılan ışığın teleskoplarına varışını canlı izlediler. Dolayısıyla bize göre bu yıldız 24 Ocak 2014'te öldü. Ancak yıldızın yanında yaşayan biri patlamaya, yaşandığı anda tanıklık etmişti: 12 milyon yıl önce.

Kimse evrenin öbür ucuna gidemez. Kimse oraya anında ışınlanamaz. Gökyüzüne bakmak, evrenimizin geçmişinde farklı zamanlar ve yerlerde damgalanmış kartpostallar almak gibidir. Ancak sonsuzluğun kıyısından gelen tüm bu kartpostalları birleştirdiğimiz zaman evrenimizin tarihinin, Dünya'dan göründüğü şekliyle belli bir dilimini oluşturabiliriz.

Birinci Kısım'da böyle bir dilimin içinde yolculuk yaptınız.

Eylül 2015'e kadar, uzay hakkında bilgi toplama konusunda, teknolojimiz bize fazla seçenek sunmuyordu: Işığı kullanmak zorundaydık. Kozmosun uzak köşelerini araştırmak için alternatif bir yolumuz yoktu. Ama bu artık değişti. Yeni bir araç, bugüne dek saptanmazlığını koruyan bir sinyali başarıyla saptadı. Işıkla taşınmayan bir sinyali... 11 Şubat 2016'da evrenin dokusuna ait dalgalanmaların saptandığı, ölçüldüğü ve analiz edildiği duyuruldu. Bu dalgalanmalar ışıktan meydana gelmiyordu. Daha sonra göreceğiniz gibi, uzay ve zamandan meydana geliyordu. Dalgalanmalar her şeyin içinden ışık hızıyla akarken, uzay ve zamanı esnetip sıkıştırıyorlar. Bu çok özel dalga dedektörleri, gerçekliğimizi incelememiz açısından bizim için yepyeni bir pencere oldu. Artık ışık kullanarak göremediğimiz şeyi de tespit edebiliyoruz. Ne olduğunu merak ediyorsanız... Karadelik ve Büyük Patlama derseniz, yanılmazsınız.

Yeni gözümüzün bize neler göstereceğini henüz bilmiyoruz gerçi. Sözü edilen bu dalgalar ve muazzam güçlü kaynakları hakkında daha fazla şey öğrenmeden önce gelin, öncelikle uzaydan gelen ışığı yakalayarak neler öğrendiğimize bakalım.

5 | *Genişleme*

Tekrarlayalım: Bugün itibarıyla uzak evren hakkındaki tüm bilgimizi, bize ulaşan ışıktan elde ediyoruz.

Dolayısıyla evreni deşifre etmek ve anlamak için ışığın hangi bilgiyi taşıdığını ve uzayda karşılaştığı madde ve maddenin yapıtaşlarıyla –atomlar– nasıl etkileşime girdiğini tamı tamına kavramamız gerekiyor.

Dördüncü Kısım'da atom konusunun tam ortasına dalacaksınız ama şimdilik bu konuda her şeyi bilmeniz gerekmiyor. Sadece atomların, etrafı dönüp duran elektronlarla çevrili yuvarlak çekirdekler şeklinde tanımlanabileceğini ve bu elektronların çekirdek etrafında gelişigüzel dağılmak yerine, katmanlar halinde organize olduklarını söylemekle yetinelim.

Böyle düşününce elektronları, merkezî bir yıldız etrafında dönen gezegenler gibi hayal etmek isteyebilirsiniz ama öylesi yanıltıcı olur. Bu yüzden elektronların atom çekirdeği etrafında izledikleri yolu, ifade açısından gezegen yörüngesinden ayırt etmek için *orbital* diye adlandırıyoruz.

Yeterli hıza sahip olduğu sürece bir gezegen, teoride yıldızının etrafında istediği uzaklıkta dönebilir. Oysa elektronlarda durum kesinlikle böyle değildir. Gezegensel yörüngenin aksine, elektronsal orbitaller arasında yine elektronsal yasak bölgeler, elektronların hiçbir şekilde yer alamadığı bölgeler bulunur. Dahası, elektronlar bu yasaklı bölgelerin üstünden kolayca –hatta kendiliğinden– atlayarak bir orbitalden diğerine geçebilirler.

Ancak işin bir püf noktası var: Bu tür atlamalar bedelsiz olmaz.

Bir orbitalden diğerine geçebilmek için elektronların bir miktar enerji emmesi ya da salması gerekir.

Elektron, atom çekirdeğinden ne kadar uzaktaysa taşıdığı enerji o kadar yüksek olduğundan, bir elektronun bulunduğu orbitalden daha uzaktaki orbitale atlaması için bir miktar enerji kazanması gerekir. Bunu sıcak hava balonunun alev patlamasıyla birlikte yükselmesine benzetebiliriz.

Öte yandan, bir elektronun çekirdeğe yaklaşırken enerjinin bir kısmından kurtulabilmesi için de bir şey salması gerekir, tıpkı balonunun aşağı inmek için sıcak hava salması gibi.

Peki, nereden gelir bu enerji?

İşte "ışık" bu noktada devreye girer: Elektronlar bir orbitalden diğerine bir miktar ışık emerek ya da salarak atlayabilirler. Ama öyle *herhangi* bir ışığı değil.

Orbitalden orbitale geçmek için elektronların aradaki yasaklı bölgelerin üstünden atlamaları gerekir ki böylesi zorlu bir başarı da belirli bir ışık ışınına karşılık gelen belirli miktarda enerjiyi yutmayı veya vermeyi içerir. Yeterince enerjik bir ışık çarpmasa elektronlar atlama yapamaz, oldukları yerde kalırlardı. Buna karşılık *fazla* enerjik ışık ışınları çarpsa elektronlar yasaklı bölgelerden birkaçının üstünden atlar, hatta ait oldukları atomdan dışarı fırlarlardı.

İnsanlık bu bilgiye yirminci yüzyılın başlarında ulaştı.

İlk bakışta çığır açıcı bir bilgi gibi görünmese de aslında öyleydi.

Einstein (gerçekten de her tarakta bezi vardı) 1921 Nobel Fizik Ödülü'nü çeşitli metalleri meydana getiren atomlara istinaden bu gerçeği ortaya koyduğu için aldı.*

* Metaller sadece "doğru" ışıkla aydınlatıldıklarında elektron yayarlar. Buna fotoelektrik etki denir. Açıklama size az önce tanımını yaptığım şeyi (elektronlar sadece orbitalden orbitale enerji seviyelerini aşağı ya da yukarı tırmanarak hareket edebilirler) ve ışığın parçacık gibi küçük enerji paketleri olarak tanımlanabileceği gerçeğini içeriyordu. Kitabın ilerleyen bölümlerinde ışığın bu yönüyle ilgili başka pek çok şey göreceksiniz. Bu arada, konusu açılmışken şunu da ekleyeyim; Einstein muhtemelen en az iki Nobel Ödülü'nü hak etmişti ama sadece bunu aldı.

•

Aradan geçen onlarca yıl içinde, evrendeki bilinen tüm atomlar üstünde yapılan deneyler (ve düşünmeler) sonucunda bilim insanları, herhangi bir atomun içindeki herhangi bir elektronun bir orbitalden diğerine geçmesi için gereken enerjinin, elektronun ait olduğu atoma özgü olduğunu anladılar. Bu da bizler için çok ama çok büyük bir şanstı çünkü farklı enerjiler farklı ışık kaynaklarına karşılık gelir – ve tabii biz de teleskoplarınızla hemen her yerden ışık toplayabiliriz.

Bu basit olgu sayesinde bilim insanları yıldız, gaz bulutu, hatta gezegen atmosferi gibi uzaklardaki cisimlerin neden yapıldığını, oralara gitmeye gerek kalmadan anlayabiliyorlar.

İşte "nasıl"ı...

Kusursuz bir ışık kaynağı hayal edin. En düşük enerjilisinden (mikrodalga) en yükseğine (gama ışınları) kadar ışığın olası tüm dalgaboylarında ve her yönde parıldıyor. Bu tür kusursuz bir kaynak, ışıldayan parlak bir küre oluşturur. Eğer kaynağın biraz uzağında bir atom varsa gelen ışıkla körleşen elektronları, bulundukları yerden daha enerjik bir orbitale atlamaları için gereken tüm ışığı çılgınca yutabilirler. Bunu yaptıklarında ise uyarılırlar.

Uyarılırlar mı?

Evet. *Uyarılırlar*. Gerçekleşen şeye karşılık gelen uygun terim budur.

Elektronları bir partide şeker ikram edilen çocuklara benzetebiliriz. Nasıl ki sonradan çocukların hangi tür şekerleri tercih ettiğini anlamak zor değilse (arta kalanlara bakmamız yeterli) bir atomun ne tür ışıkları yuttuğunu da gölgesinde hangilerinin eksik olduğuna bakarak anlayabiliriz. Kullanılmayan ışıkların tümü atomun içinden engelle karşılaşmadan geçer ve biz de onların özgün dalgaboylarını kolayca belirleyebiliriz. Öte yandan eksikler, normalde kesintisiz bir renk ve ışık kuşağı olan yerde, küçük ve karanlık kesitler olarak belirir. Bu

tür göstergelere spektrum (tayf)* denir ve karanlık kesitler de *soğurma çizgileridir.*

Bilim insanları sadece spektrumda eksik olan ışık dalgaboylarına bakarak, bir ışık kaynağının yolu üzerinde hangi atomların durduğunu anlayabilirler.

Görüldüğü gibi, uzayda ne tür maddeler olduğunu uzaya gitmeden anlamak, ışık kullanarak mümkündür.

Bugüne dek kullandığımız tüm ışık toplayan teleskoplar, bize evrendeki tüm yıldızların Güneş'le, Dünya'yla ve bizlerle aynı maddelerden yapılmış olduğunu gösterdi. Gece gökyüzünde görülen kozmik cisimlerin hepsi bizimle aynı atomlardan meydana geliyor.

Öyle olmasaydı, teleskoplarımız bize söylerdi.

Dolayısıyla doğayı yöneten yasaların her yerde aynı olduğunu varsayabiliriz.

İşte, birinci kozmolojik ilkenin herkesçe doğru kabul edilmesinin nedeni budur.

Rahat bir nefes alabiliriz!

Aslında bu o kadar iyi bir haber ki şu an uzayda bulunan biri olarak hemen nelerden meydana geldiklerini anlamak için uzaklardaki gökadalara bir daha bakmaya karar veriyorsunuz. Ne kadar da hoşlar, çeşitli maddelere karşılık gelen çizgilerle dolu o güzel tayflarıyla; hidrojen, helyum ve...

Bir dakika.

Durun.

Bir terslik var...

Topladığınız spektrumlara bakarken uzak yıldızlardan gelen ışıktaki eksik çizgilerin orada olduklarını ama olmaları gereken *yerde* olmadıklarını fark ediyorsunuz...

Dünya üstündeki kimyasal elementlerden bazılarının elektronları mavi ışıkla uyarılırken, uzayın uzak gökadalarındaki

* Tam olarak söylemek gerekirse bu bir *absorbsiyon* (soğurma) tayfıdır. Bir maddenin (bizim buradaki atomumuzda olduğu gibi) hangi ışığı soğurduğundan çok, hangisini yaydığını gösteren tayfa ise *emisyon* (yayılma) spektrumu denir.

aynı kimyasal elementler içindeki aynı elektronlar bir orbitalden diğerine atlarken sanki hafif yeşilimsi tonlara meylediyorlar...

Yine Dünya'daki sarıya aç atomlar, başka yerlerde turuncumsu ışığı tercih ediyor.

Buradaki turuncu heveslileriyse orada kırmızıyı seviyor.

Neden? Nasıl olur bu?

Uzayda tüm renkler kayma mı gösteriyor?

Yoksa biz mi hata yaptık?

Uzaklardaki farklı kaynaklara yeniden bakıyorsunuz. Ama şüphe yok. Tüm renkler kırmızı rengine doğru kayıyor.

Daha da beteri var: Işık kaynağı uzaklaştıkça kayma da o kadar belirginleşiyor...

İşe bak sen! Zaten bu kadar kolay olsa şaşardınız.

Neler oluyor, peki?

Doğanın yasaları evrenin farklı bölgelerinde farklı mı o zaman? Milyarlarca ışık yılı uzakta, Güneş gibi bir yıldızın yörüngesinde dönen Dünya benzeri bir gezegende gezinebilseniz gökyüzü, okyanuslar ve safirler yeşil, bitkiler ve zümrütler sarı, limonlar kırmızı mı olurdu?

Yok, hayır.

Oraya gidebilseydiniz, yabancı dünyayı da bizim burası gibi, limonları sarı, göğü mavi bulurdunuz. Gözlemlenen renk kaymasının nedeni, doğa yasalarının bizden uzaklarda farklı işlemesi değil. Konu daha derin. Öyle ki bu sorunun yanıtı, insanlığın 2.000 yılı aşkın süredir inandığı her şeyi değiştirdi.

Hiç gitar ya da başka bir telli çalgının akordunu yaptınız mı? Gerilmiş bir telden yayılan notanın, akort burgusu çevrildikçe değiştiğini fark ettiniz mi? Tel ne kadar gerginleşirse ses perdesi o kadar yükselir, değil mi?

İşte gökyüzünde gördüğünüz şey de aynı fenomene karşılık gelir. Tek fark, orada sesin yerini ışığın almasıdır ve tel de bildiğimiz tel değildir. Uzayda ışık tel üstünde değil, evrenimizin dokusu içinde yol alır, yani *yayılır*. Az önce belirlediğiniz renk kaymasını açıklamak için bu dokuyu işin içine katmamız gerekir.

Neden mi?

Çünkü bu kaymanın, olası tüm renkleri tamamen aynı şekilde etkileyebilmesi için sorumlunun ışığın kendisi değil, içinde yol aldığı ortam olması gerekir.

Teli takıp akort burgusuyla gerdiğinizde yaydığı ses, sese bir şey olduğu için değil, tel gerildiği için "yüksek perdeye" kayar. Ayrıca gitar teli tüm notalarda aynı biçimde gerilir.

Şimdi evrenin dokusunu da bir gitar teli gibi gerdiğinizi düşünün. Bir defa gerdiğiniz anda üstünde saçılmakta olan tüm ışıkların tüm dalgaboyları anında "yüksek perdeli" olur. Neden mi? Çünkü ışığı bir dalga gibi düşünebiliriz ve germe işlemi de birbirini izleyen iki dalga zirvesi arasındaki mesafeyi, yani dalgaboyunu artırır. O durumda mavi, yeşil olur. Yeşil, sarı olur, sarı, kırmızı olur ve böyle gider.

Spektrum üstünde düşünüldüğünde bunun anlamı, evrenin gerçek renklerinin kırmızıya doğru kaymasıdır. Onlar, *kırmızıya kaymış* renklerdir.

Şimdi evrenin dokusunun bir defa gerilmek yerine sürekli ve düzenli gerildiğini düşünün. Bir ışık ne kadar çok yol aldıysa yeryüzüne varmadan önce o kadar büyük bir kaymaya uğrayacaktır. Böyle bir senaryo çok uzaklarda başlatıldığında, mavi bir ışın istikrarlı biçimde gözlerimize yeşil, sonra sarı, ardından kırmızı görünecek ve daha sonra görünmez olacaktır: Kızılötesi ve ardından mikrodalga... Uzak bir yıldızdan yayılan renklerin, Dünya'ya vardıklarında ilk renklerinden ne kadar farklılaştığını bilmek, yıldızın ne kadar uzakta olduğunu anlamamızı sağlar.

İyi ama doğru mu bu? Evrenin dokusu gerçekten böyle mi davranır?

Evet, doğru. Gökyüzünde gördüğünüz tam da buydu.

Peki, pratikte anlamı ne?

Anlamı, uzak gökadalarla aramızdaki gerçek mesafenin giderek artıyor olması. Gökadalar arasındaki uzayın kendi kendine geriliyor ve dolayısıyla büyüyor olması. Evrenimizin zamanla birlikte değişiyor olması.

Bugüne dek sayısız deney bunu doğruladı ve bilim insanları da bu fikri benimsemeyi öğrendiler. Evet, *gerçekten* de değişen, büyüyen bir evrende yaşıyoruz.

Einstein'ın pek hoşuna gitmedi gerçi fikir. Aslında yüz yıl önce hiç kimsenin hoşuna gitmemişti. Bilim insanı olsun olmasın, atalarımıza göre evren daima aynıydı. Ne var ki yanılıyorlardı.

Şunu netleştirelim: Uzaklaşan şey gökadalar değil. Bizi zaten uzaklarda olan gökadalardan ayıran *mesafe* büyüyor. Uzay boşluğunun kendisi gerilerek uzuyor. Bilim insanları bu fenomene bir isim verdiler: *Evrenin genişlemesi.* Tahmin edilenin aksine bu, evrenin bir "şeyin" içine doğru genişlediği anlamına gelmiyor. Kendi içinden dışarı doğru genişlediği anlamına geliyor.

Acele bir sonuca varıp böyle bir genişlemeye neyin sebep olduğunu düşünmeden önce tüm bunları kendi kendinize test edebilirsiniz. Diyelim ki alabildiğine zenginsiniz (bankada 100 milyar dolarınız var) ve yüz tane arkadaşınız var. Evrenimize duyduğunuz meraktan dolayı arkadaşlarınızın her birine modern ve güçlü bir teleskop alarak Dünya'yı gezmeleri ve olabildiğince uzak gökadalardan ışık toplamaları için bir milyar dolar veriyorsunuz.

Birkaç ay sonra bulgularını sunmaları için hepsini malikânenize davet ediyorsunuz. Bunların yarısı gerçek dost olduğundan (kendinizi epeyce şanslı sayabilirsiniz) davete geliyor, diğer yarısıysa sadece parayı almayı tercih etmiş. Ama önemli değil çünkü herkesin hikâyesi aynı. İster Çin'de, ister Avrupa'da, isterse de Pasifik'in ortası ya da Antarktika'da; nereye giderlerse gitsinler, size dönenlerin hepsi gökyüzünde aynı fenomeni görmüş: Kafalarının tam tepesinde, uzak gökadalarda tuhaf bir renk kayması var. Hepsi de uzaklara doğru çekiliyor. Üstelik bu gökadalar ne kadar uzaksa o kadar hızlı uzaklaşıyorlar. Arkadaşlarınızın tümü evrenin genişlemesine tanıklık etmiş.

Peki, ne anlam çıkarmalıyız bundan?

Durup düşününce, geçen bölümün sonundaki tuhaf his yine zihninizi ele geçiriyor.

Önce "bizi" merkez alan küre biçiminde, tuhaf bir görünür evren vardı, şimdi de bu...

Doğru olabilir mi?

Eğer her yerdeki her şey Dünya'dan uzaklaşıyorsa yeryüzündeki tüm anneler çocuklarını evrenin merkezi saymakta haklı mı?

İnanılmaz gibi gelse de, öyle görünüyor.

Ne güzel bir haber, ne sevinçli bir gün.

Bunu okurken yanınızda arkadaşlarınız varsa şampanya patlatabilirsiniz. Ne de olsa *özeliz* biz. Özellikle de, siz.

Nihayet. Doğrulandı. Kopernik haksızmış. Annesini dinlemeliydi. Anneler daima haklıdır. Dünya'da hepimiz kendi evrenimizin merkezindeyiz.

Ama bir dakika, bir dakika...

Ya uzak gezegenlerdeki, diğer gökadalardaki anneler?

Varlarsa ve bizim annelerimiz gibi düşünüyorlarsa çocukları konusunda haksızlar mı yani?

Yoksa bu, başka hiçbir yerde annelerin olmadığının kanıtı mı? Elbette ki değil.

Tüm bu gördüklerinize karşın, tıpkı Kopernik'in 400 yıl önce güneş sisteminin merkezi *olmadığımızı* söylediği gibi (hepsi olmasa da) çoğu bilim insanı da bugün evrendeki konumumuzun herhangi bir konumdan daha önemli olmadığını düşünüyor. Ancak ne gariptir ki bu, görünür evrenimizin merkezinde olmadığımız anlamına da gelmiyor. Merkezindeyiz. Ama diğer her yer de merkez. Her yer, bulunduğu yerden görünen evrenin merkezidir.

Bu son derece güçlü inanç, bilim insanlarını ayrıca şu kozmolojik ilkelere yönlendirdi:* Bilim insanları uzayda, gezegenimizden çok çok uzaklarda neler olduğunu tahmin edebilmek için herhangi bir yerde tercih edilebilecek herhangi bir konum

* Hatırlayalım: Birinci kozmolojik ilke –her ne olursa olsun– doğa yasalarının her yerde aynı olduğunu söylüyordu.

olmadığını –bu, **ikinci kozmolojik ilkedir**– ve seçilmiş bir gözlemci yolculuk yapabilse tüm yönlerin ona daima aynı görüneceğini varsayarlar. Tıpkı Dünya'da olduğu gibi uzak gökadalar, gözlemcinin bulunduğu yerden de daima uzaklaşır. Bu da **üçüncü kozmolojik ilkedir**.

Arkadaşlarınız şampanyadan ümidi kesmeden önce durup düşünürseniz kozmolojik yasaların üçüncüsünün kulağa bariz yanlış geldiğini görürsünüz.

Dünya duşunuzu aldığınız yerden bakıldığında, şu an kitabı okurken bulunduğunuz yerden (kitabı duşta okumadığınızı varsayıyoruz) göründüğünden farklı görünür elbette. Dolayısıyla konuya açıklama getirmek şart: Üçüncü kozmolojik ilke, yakınınızda olan şeylerle ilgilenmez. Sadece büyük tabloyla ilgilenir. Gökadalardan çok, çok daha büyük ölçeklerle. Olağanüstü büyük ölçeklerde evrenin, hangi yöne bakarsanız bakın, benzer göründüğünü söyler.

Bunda da hâlâ bir yanlışlık varmış geliyor insana, değil mi? Birinci Kısım'da evrenin her yerinde gezinmemiş miydiniz? Evrenin, Dünya'dan göründüğü şekline hiç benzemeyen uzak yerlerini görmemiş miydiniz? Hatta uzayın, binlerce ışık yılı genişlikte ve hiçbir yıldızın parlamadığı bir parçasından, kozmik Karanlık Çağ denen yerinden bile geçmiştiniz. O zaman evren nasıl hem Dünya'dan hem de yıldız olmayan bir yerden aynı görünebilir?

Eh, artık size, Birinci Kısım'da evrenin gerçekte olduğu hali değil, *Dünya'dan görünen hali* içinde gezdiniz, derken tam olarak neyi kastettiğimi anlamanızın vakti geldi. Bu ikisi aynı şey değil. Unutmayın: Geceleri görünen evren, evrenimizin *şimdiki* haline karşılık gelmez. Evrenin geçmiş tarihinden bir kesite, Dünya'da olduğumuz için Dünya'yı merkez alan bir tarihe karşılık gelir. Her gün her yerden resimli kartpostallar alırız biz. Üç numaralı kozmik yasaya göre uzak bir dünyada yaşayan uzaylılar da tamamen bizimkine benzer bir evren görüyor olmalılar. Ayrıntıda değil tabii ama büyük ölçeklerde. Onların çevresi de geçmişten ulaşan bilginin toplamıyla kuşatılmıştır ve onlar da gece gökyüzünde ortak evrenimizin tarihinden bir kesit görürler. Onların

da kendi kozmik Karanlık Çağ'ı ve son saçılma yüzeyi vardır. Kesitleri bizimkiyle kesişmese bile onlarda da tüm bunlar olacaktır.

Nihayetinde evreni anlayabilmek, tablonun bütününü kavrayabilmek için evrenin tüm noktalarının tüm geçmişlerini birbirine eklemek gerekir. Yakın yerlerin birbiriyle büyük ölçüde örtüşen geçmişleri vardır tabii ama aralarında büyük mesafeler bulunan yerlerin geçmişleri birbiriyle hiç kesişmeyebilir. Yine de hepsini birbirine eşit değerlendirmek gerekir. Üçüncü kozmik yasanın pratikteki anlamı budur. Bu konuya daha sonra yine değineceğiz.

Bunun bir anlamı da şu: Evreninizde özel bir konum işgal ediyor olmasanız da, hâlâ —annenizin gayet emin olduğu gibi— *kendi* görünür evreninizin merkezindesiniz.

İçinizden bir ses size bunu hep bildiğinizi söylüyorsa bırakın o sevinç dalgası tüm bedeninizi ve zihninizi kaplasın. Harika bir haber çünkü.

Tekrar söylüyorum: Gerçekten de evreninizin *merkezindesiniz.*

Ama o kadar da harika bulmayacağınız bir şey var: Aynısı komşunuz için de geçerli. O da kendi görünür evreninin merkezinde.

Diğer herkes de öyle.

Diğer her şey de.

Hepimiz, her şey, kendi evrenimizin, bize ulaşan ışık sayesinde inceleyebildiğimiz evrenin merkezindeyiz. İki insanın görünür evreni sadece özel bazı durumlarda tamamen eşleşebilir. Bunun ne zaman ve nasıl olabileceğini bulmayı, size bırakıyorum.

Bunu da söyledikten sonra sıra, evreni büyüten şu "genişlemeye" daha yakından bakmaya geldi.

Olan bu mu gerçekten?

Evet, bu. Uzak gökadalar arasındaki mesafeler gerçekten de sürekli büyür. Yakın cisimler için geçerli değildir bu gerçi çünkü kütleçekim yerel alanda daha güçlüdür. Gökadalar hem kendi sınırları dahilinde (Güneş ile yakın yıldızlararasındaki mesafe genişlemez) hem de yakın çevrelerinde (birbirine komşu gökadalar

aksine gitgide birbirine yaklaşır) bu tür bir genişlemeyi ortadan kaldıran bir kütleçekim yaratırlar. Ancak büyük mesafeler söz konusu olduğunda, genişlemenin kuralları geçer.

Evrenin genişlediği ABD'li gökbilimci Edwin Hubble tarafından 1929'da keşfedildi ve gökadaların geri çekilmesi ile bize uzaklıkları arasındaki bağlantıyı kuran yasaya da *Hubble yasası* dendi. Hubble, bu keşfin gücü düşünülerek, hakkıyla modern gözlemsel evrenbilimin babalarından sayılabilir. Hubble ayrıca Ernst Öpik'le beraber Samanyolu'nun evrenin tamamını oluşturmadığını, ötede başka gökadalar da olduğunu kanıtlayan kişiydi. Bugün olsa şüphesiz Nobel Ödülü'ne değer iki keşif... Ne var ki o zamanlar yıldızlara bakıp onları anlamlandırmaya çalışmak, ne fizik camiası ne de Nobel komitesince fiziğin bir parçası sayılıyordu. Haliyle Hubble, Nobel alamadı. Ancak kural onun ölümünden sonra değişti ve o günden beri gözlemsel evrenbilimcilere pek çok ödül verildi. Bu kitapta o evrenbilimcilerden birkaçıyla tanışacaksınız.

Hubble genişleme yasasının olağanüstü bir sonucunu gördüğünüzde, büyük olasılıkla bilim insanlarının ne kadar zeki olabildiklerine hayret edeceksiniz. Bilim insanları bolca kafa çatlatma ve onun iki katı kahve sonunda, evrenimizde uzaklarda bulunan her şey şu an bizden uzaklaşıyorsa o zaman şu an uzakta olan her şeyin geçmişte yakın olması gerektiğini anladılar.

Vay canına.

Çığır açmak diye buna denir işte.

Bir gün bu çıkarımı siz de kendi adınıza deneyip yapabilirsiniz. Oldukça tatmin edicidir.

İlk bakışta çok önemli görünmese de, bu aslında gerçek bir aydınlanmaydı.

Yukarıda da dediğim gibi, Einstein buna inanmayı reddetmişti.

Neden?

Uzaklardaki gökadaların uzaklaşması veya bu mantıkla geçmişte daha yakın olmaları, niye önemliydi?

Hatırlayın: Hubble'ın gözleme dayalı yasası, genişleyen şeyin gökadalar arasındaki mesafe olduğunu söylüyordu, mesele sadece gökadaların birbirinden uzaklaşması değildi.

Diğer bir deyişle, genişleyen bizzat evrenin dokusuydu.

Bu fikirden yola çıkınca, evrenin geçmişte bütünüyle daha küçük olması gerektiği görülebilir.

İyi de, bu nasıl olur?

Hem böyle bir şeyi kanıtlamak mümkün mü?

Evet, mümkün. Tekrar uzaklara bakarak. Geçmiş, gönderdiği mesajları almamız için orada öylece duruyor. Görünür evrenin en sonunda gördüğünüz duvarsa (kapkaranlık da olsa) tüm bunları parlak bir biçimde doğruluyor. Nedenini bir sonraki bölümde göreceksiniz. Ancak önce yeniden uzaya gitmeniz ve kütleçekime biraz daha aşinalık kazanmanız gerekiyor.

6 | *Kütleçekim ve Dalgalarını Hissetmek*

Evrenimize hükmeden dört temel kuvvet içinde belki de en farkına vardığımız, kütleçekimdir.* Her düştüğünüzde, ayağa kalkmak için bacak kaslarınızı her kullandığınızda, bir şeyleri her kaldırdığınızda, kütleçekimin varlığı bedeninize hatırlatılır.

Her şey kütleçekimden etkilenir.

Ama her şey, aynı zamanda kütleçekim *yaratır*. Siz de dahil, Sydney'deki büyük halanızın Noel'de yollayıp durduğu kristal vazolar da dahil, her şey...

Konusu gelmişken, o vazolardan birinin adada, yanınızda olduğunu hayal edin.

Bakın ona.

Şimdi sert bir zemine atın.

Vazo düşer ve parçalara ayrılır.

Tüm koleksiyonunuzu dünya üstünde olabildiğince farklı yerlerde sert zemine düşürdüğünüzü düşünün.

Ne gariptir ki her defasında düşer. Ve kırılır. Nerede olursanız olun.

Güzel.

Böyle bir deney sizi vazolardan kurtarmanın yanı sıra bir noktayı kanıtlamanızı da sağlayacaktır: Yoğunluğu havadan fazla olduğu sürece yerküre üstünde yere bırakılan her cisim, aynen Newton'ın uzun zaman önce düşündüğü gibi, yere düşecektir.

Peki, ya havadan hafif** cisimler? Helyum balonları neden düşmek yerine göğe yükselir? Dünya'nın kütleçekimini hissetmezler mi?

---

* Diğer kuvvetleri yakında, Üçüncü Kısım'da öğreneceksiniz.

** "Hafif" bu bölümde "daha az yoğun" şeklinde anlaşılmalıdır.

Hissederler. Ama bir rekabet söz konusudur.

Cisimler yerküre tarafından aşağı çekildiklerinde en yoğun olanı, en aşağı yerleşme eğilimi gösterir. Havadan hafif cisimler yukarı doğru uçuyormuş gibi görünüyorsa nedeni, yukarıdaki havanın daha yoğun olması ve o cisimlerin yerini almasıdır. Hava görünür olsaydı, bunu görebilirdiniz. Ama olmadığından, sadece sonucu görebiliyorsunuz: Havadan hafif cisimler, altlarına yığılan görünmez hava tarafından yukarı doğru ittirilirler. Kütleçekim daima çeken özelliktedir. Varlıkların daima düşmesine neden olur. Ancak rekabet sonucu çeşitli katmanlar oluşur ve bazı cisimler kendilerinden yoğun olanlara yer açmak için yukarı doğru hareket etmek zorunda kalır.

Bunu aklınızda tutarak Dünya'yı, kendi çevresini kuşatan evrenin dokusunda yarattığı keskin bükülme nedeniyle yüzeyine bir sürü şey tutunan dev bir top gibi hayal edin. Şimdiye dek gördüğünüz tüm cisimler eğimden aşağı kayıyor, *siz* kayıyorsunuz. Sonunda bir zemin ya da daha yoğun bir şey onların, sizin ve her şeyin daha fazla kaymasını engelleyene kadar. Yerküre kabuğundaki kayalar sudan yoğundur. Okyanus bu yüzden aşağıdaki sert kayanın üstünde durur. Kayalar ve su ise havadan yoğundur. Atmosfer bu yüzden gezegenin kayalık ya da sıvı yüzeyinin üstünde durur.

Biz insanlar, gezegenimizin yüzeyine yapışık duran havanın 100 kilometre kadar altında yaşıyoruz. Bizler havadan yoğunuz. Havalanıp uçmayız. Ama yerden daha hafifiz. Bu yüzden onun üstünde duruyoruz. Bazen bazı cisim ya da hayvanlar yerden uzaklaşarak göğe doğru hareket etmeyi başarırlar ama bunu yapabilmeleri için enerji gerekir ve çok geçmeden tekrar düşerler. Tabii havadan hafif değillerse ki herhangi bir hayvan için böyle bir şey duyulmuş değildir (olsa hayli talihsizlik olurdu).

Peki, Dünya olmasa her şey nasıl kendi yerini bulurdu?

Tropik adanızda günlerden Pazar. Arkadaşlarınız tuhaf zihinsel gezinizden beri her sabah size kahvaltı getiriyor ve besbelli hikâyenize duydukları merak da giderek artıyor. Hatta bazıları

gördüğünüzü söyleyip durduğunuz şeyi gerçekten görmüş olabilir misiniz, diye düşünmeye başladı. Bazılarınınsa Güneş'in ölümünden endişe ederek geceleri uykusu kaçıyor. Ne yazık ki uyumakta zorlananlar, sürekli konuşmanızı engellemenin yollarını aramaya başladılar. Görünüşe bakılırsa buldular da.

Gözlerinizi açıyorsunuz.

Toz zerrecikleri sabah güneşinde titreşerek dans ediyor, her şey gibi onlar da kütleçekimi hissettiği halde, diye düşünürken kapınız tıklatılıyor.

"Girin," diyorsunuz, yatakta doğrularak. Gülümseyen bir dostunuzu ve belki de tepsi içinde meyve ve kahve görmeyi bekliyorsunuz.

Kapı açılıyor. Ve işte karşınızda. Büyük halanız. Sydney'de yaşayan.

Elinde kristal vazolarla dolu üç torba var. Aklınıza hayalinize gelmezdi ama bu vazolar kütleçekim deneyiniz için kırmak istediklerinizden bile çirkin.

Halanız sizi yatakta bulmaktan en ufak rahatsızlık duymaksızın içeri giriyor, yanağınızı okşuyor ve vazolardan birini size uzatıyor. Bu sürpriz ziyaret karşısında duyduğunuz sevinci anlatmakta kelimelerinizin kifayetsiz kalacağını bilen, manidar bir ifadeyle gülümsüyor.

Sizse elinizde vazo, sükûnetinizi koruyabilmek için gözlerinizi yumuyor ve o an bambaşka bir yerde olabilmeyi diliyorsunuz.

Gözlerinizi yeniden açtığınızda ise gerçekten de başka bir yerdesiniz.

Bambaşka bir yer.

Uzayın derinlikleri.

Yazlık ev, güneş ışıkları, yatağınız, halanız, hepsi gitmiş.

Birinci Kısım'daki gibi yıldızların arasına dönmüşsünüz ama şimdi her şey öncekine kıyasla çok daha emniyetli görünüyor.

Etrafınıza bakınırken kocaman gülümsemekten kendinizi alamıyorsunuz.

Ani bir patlamanın yaklaştığına dair herhangi bir emare yok.

Erimiş bir Dünya yok.

Yıldızların hepsi uzaklarda, her yer sessizlik içinde.

İçine minicik ışıklar serpiştirilmiş, sonsuzmuş izlenimi yaratan bir karanlığın ortasında süzülüyorsunuz.

Kitabın ilk bölümünde kendinizi uzayda bulduğunuzda zihinden ibarettiniz. Bir karadelik tarafından fırlatıldığınız an dışında herhangi bir şey hissetmediniz. Ancak bu defa çok farklı bir şey hissetmek üzeresiniz. Yine bir çeşit zihinsel yolculuk yapıyorsunuz ama bu sefer bedeninizi geride bırakmamışsınız. Bedeniniz de burada ve bir uzay giysisinin koruyucu kalkanıyla ağırlıksız olmayı deneyimliyor.

Her şey öyle gerçek görünüyor ki mide bulantısı çekmeye bile başlıyorsunuz ama çok geçmeden atlatıyorsunuz. Sonunda büyük halanız yanınızda olmasa da, az önce verdiği vazoyu hâlâ elinizde tuttuğunuzu fark ediyorsunuz.

Yüzünüzde gülümsemeyle tekrar etrafınıza bakıyorsunuz ama vazoyu fırlatıp kırabileceğiniz bir yer yok. Ne Dünya var ne de bir yıldız.

Yine de cesur bir ifade takınarak bir kütleçekim deneyi daha yapmaya karar veriyorsunuz.

Kolunuzu dümdüz öne uzatarak vazoyu elinizden bırakıyorsunuz. Gördüğünüz kadarıyla vazo olduğu yerde öylece duruyor. Aradan bir dakika geçiyor. Bir dakika daha. Sonra birden bir dakika daha geçiyor ve yine bir dakika, hiçbir şey olmadan geçiyor.

Belki vazo size doğru biraz yaklaşmış olabilir ama çok da değil. Söylemeye değecek bir şey yok gibi.

Sonunda ucubeliğini izlemekten sıkıldığınız vazoyu parmağınızın ucuyla ittiriyor ve dümdüz görünen bir yol üstünde yavaşça gözden kayboluşunu izliyorsunuz. Yolu açık olsun.

İttirmemiş olsaydınız vazo yanınızda öylece duracaktı. Düşmeyecekti. Zaten neye doğru düşebilirdi ki? Etrafta gezegen ya da yıldız olmayınca yukarısı, aşağısı, sağ ya da sol diye bir kavram da olmaz. Hiçliğin ortasında tüm yönler eşittir. Vazonun yönelebileceği herhangi bir yüzey yoktu; tabii *kendinizi* yüzey saymazsanız. Ama o da kendinize hakaret olurdu, değil mi? Aslında...

Doğa söz konusu olduğunda alıngan davranmamalısınız çünkü hiçbir şey yapmadan geçirdiğiniz epeyce bir sürenin ardından, şu an vazonun tekrar size doğru geldiğini dehşet içinde görüyorsunuz. Kütleçekim iş başında. *Sizin* yarattığınız kütleçekim.

Nedense tuhaf bir soru geliyor aklınıza. Acaba vazo mu *size* doğru geliyor yoksa *siz* mi ona doğru gidiyorsunuz? Kim bilir, belki de yüzey vazodur ve siz ona doğru düşüyorsunuzdur. Ne yazık ki bu fikrin derinlerine inecek vaktiniz yok çünkü yanı başınızdan bir asteroit hızla geçerek sizi ve şu an artık epeyce yakınınızda olan vazoyu kütleçekimden yapılma görünmez parmaklarıyla kavrıyor.

Size sorulsa muhtemelen daha ağır olduğunuz için asteroidin yüzeyine önce kendinizin çarpacağını söylerdiniz. Ama hayır. Öyle olmuyor. Kayanın tozlu zeminine vazonuzla aynı anda ulaşıyorsunuz. Ve ayaklarınız yere değdiği anda uzanıp asteroidin zeminine çarpmak üzere o acınası sanat eserini kavrıyorsunuz.

Fakat maalesef asteroidin zemini Dünya'nınki kadar katı değil ve vazo kırılmıyor. Onun yerine müthiş bir kozmik toz bulutu etrafınızı sarıyor... Sinirlenerek vazoyu yeniden alıp bu defa hepten kurtulmak için var gücünüzle uzaya fırlatıyorsunuz. Artık geri dönmesi imkânsız, diye düşünüyorsunuz ve uzaklarda, bir toz bulutunun içinde, sonsuza dek kendi etrafında dönmeye mahkûm halde yeniden belirdiğinde, rahat bir nefes alıyorsunuz.

Nihayet tek başınızasınız.

Artık rahatlayabilir, el değmemiş manzaranın keyfine varabilir ve kütleçekimi, şimdiye dek kimsenin başaramadığı kadar derinden deneyimlemenin yollarını düşünebilirsiniz.

Bu konuya kafa yorarken, birden üstünde durduğunuz kayanın artık düz gitmediğini fark ediyorsunuz. Yörüngesi az önce karanlık ve donmuş bir dünyaya doğru büküldü. Boşluğun ortasında, büyük olasılıkla kendine parlak ve yeni bir yuva bulma yönünde nafile bir arayış içinde ilerleyen, yıldızsız

bir gezegen bu. Demek tehlike varmış etrafta. Sadece siz fark etmemiştiniz.

Kayanız gezegene doğru hız kazanmaya başlarken ve siz, içinizin çalkalandığını hissederken, bir an için kusursuz bir çarpışma rotası üstünde olduğunuza, soğuk ve ölü mü ölü dünyaya çakılacağınıza kanaat getiriyorsunuz. Ölümle yüz yüze gelen insanların genelde eski anılarını hatırladığını ya da hayatlarının film şeridi gibi gözlerinin önünden geçtiğini duymuştunuz. Size böyle bir şey olmuyor ama. Büyük halanızın suratından başka bir şey gelmiyor gözünüzün önüne. Çünkü şu bedeninizi bekleyen kaçınılmaz ölüm için onu ve vazosunu suçluyorsunuz.

Canınızı kurtarmak adına kahramanca bir hareketle zemini tüm gücünüzle ittiriyor ve asteroitten sıçrayarak, gezegenden uzaklara doğru yüzmeye başlıyorsunuz. Hemen akabinde iki şeyin farkına varıyorsunuz: Sandığınızın aksine, çarpışma rotası üstünde değilsiniz. İkincisi, asteroitten atlamak mümkün olsa da, uzayda yüzmek mümkün değil.

Yıldızlararası lunapark trenine binmiş gibi gitgide artan bir ivmeyle gezegenin evren dokusunda yarattığı eğimden aşağı kayıyorsunuz. Beklendiği üzere gezegen yüzeyini birkaç bin kilometreyle ıskalıyor ve soğuk ve karanlık zeminin etrafında savrulduktan sonra kendinizi yeniden asteroidinizle birlikte, sapanla fırlatılmış gibi düşüş öncesinden çok daha büyük bir hızla, uzaya fırlatılmış buluyorsunuz. Asteroidiniz ve siz, az önce resmen o dünyadan enerji çaldınız. Kinetik enerji. Tıpkı mini-golf sahasındaki kurnaz bir "hareketli deliği" ıskalayarak kenarında dönen, sonra da fırlayıp vurduğunuz yerdeki hızından da *hızlı* ve cesaret kırıcı biçimde *oradan da uzağa* giden bir golf topu gibi. Sabit delik bunu yapamaz, sabit bir dünyanın yapamayacağı gibi. Ama hareketli delik yapabilir, hareketli bir gezegenin yapabileceği gibi.

Birkaç dakika sonra, ölü gezegen uzaklarda gözden kaybolurken, yeniden asteroidinizin yüzeyine iniyorsunuz. Tuhaf: Asteroidin sizi çekmeyi aslında hiç bırakmadığını fark ediyorsunuz.

Daha da tuhafı, ikinizin de şimdi gitmiş olan kayıp dünyanın etrafında çok benzer bir yol izlemiş olmanız.

Ağırlığınızın kırkta biri bir vazonun asteroide sizin gibi düşmesi şaşırtıcı olmayabilir ama küçük bir dağ boyutundaki kayanın, yani asteroidin, gezegene sizin gibi düşmesi hayli can sıkıcı. Ama işte olan, tam da bu. Görünüşe bakılırsa tüm cisimler gezegenlere ya da birbirine doğru ağırlıklarından bağımsız olarak, tamamen aynı biçimde düşüyor. Kulağa ne kadar acayip gelse de Güneş ile bir tüy bile asteroide, gezegene veya herhangi bir şeye birebir aynı şekilde düşer. Çünkü kütleçekime tabi olmak demek, madde ve enerjinin evrenin dokusunda yarattığı eğimlerden aşağı yol almak demektir.

Bu düşüncenin anlamlı bir şeye dönüşmesini beklemek için haklı olarak bir kayanın üstüne oturuyorsunuz.

Uzayın derinliklerine dalıp gidiyorsunuz.

Anlamlı tek bir fikir gelmiyor aklınıza.

Sınırlarınızı zorlamaya devam ediyorsunuz. Kararlılığınız sonunda meyvesini veriyor ve zihninizde olağanüstü güzellikte bir tablo canlanıyor.

Kayaların, uzak gezegenlerin, yıldızların ve gökadaların etrafında, her yerde kavisler, eğimler ve tepeler görüyorsunuz. Uzaklardaki parlak kaynaklardan gelen ışık ışınları bu eğimlerin etrafında kayıyor ve geride geçici floresan izler bırakıyor. Böylece evren tuvalinin gerçek şeklini görüyorsunuz. Tahmin etmiş olabileceğiniz üzere tıpkı madde gibi, sizin gibi, ışık da uzayda düz hatlar üstünde ilerlemiyor. Bir gökadanın, yıldızın, gezegenin, hatta küçük bir kayanın yakınında yön değiştiriyor. Bir cisim ne kadar yoğunsa ve bir ışın onun ne kadar yakınından geçerse sapma o kadar belirgin olur. Gezegenler, yıldızlar ve gökadalar hareket ederken, yarattıkları kavisler ve eğimler de onlarla birlikte hareket ederek, birbirlerinin etrafında dans eder ve birbirleriyle birleşirler. Evrenimizin her yerinde her şey hareket eder. Evrenin kendi dokusu bile.

Şu an şeklini gördüğünüz ve şimdiye dek sizin için görünmez kalmış doku, adeta canlıymış gibi geliyor size.

Asteroidinizde oturarak tüm bunları izlerken, bir bükülmeden aşağı kayıyorsunuz; tıpkı bu kitabı okurken kaydığınız gibi. Asteroitte bükülmeyi yaratan, kayanın kendisi. Kitabı okurken yaratansa yerküre. Asteroitte bükülme hafif ve ondan kaçabilmek için fazla enerjiye ihtiyacınız yok. Yerküre üstünde ise çok daha keskin.

Kitabı okurken hiç de düşüyormuş hissine kapılmıyorsanız, nedeni ayaklarınızın altındaki zeminin ya da oturduğunuz koltuğun bu hissi önlemesi. Ama omuzlarınızın (hatta tüm bedeninizin) aşağı sarkma eğiliminde olduğunu hissediyorsunuzdur. Hem de sürekli. Öte yandan, kitabı uçaktan serbest düşüş yaparken okusanız havanın varlığı düşüşünüzü yavaşlatsa bile gerçekten Dünya'nın yarattığı bükülmeden aşağı düşüyor olursunuz. İşte evrenin dokusundaki bir eğimden aşağı bu tür bir düşüş, evrendeki tüm cisimler için ve tüm cisimlerin çevresindeki en doğal harekettir.

Uzaklara ilk ittirişinizde çirkin vazonuz, *varlığınızın* yarattığı görünmez eğimden yavaşça tırmanmış, sonra da aynı eğimden aşağı düşmüştü. Tıpkı Dünya yüzeyinden fırlatılan bir cismin yükseldikçe yavaşlaması sonra da hızlanarak düşmesi gibi.

Dünya yüzeyinden uzaya gidebilmek için bir cismin dikey olarak saatte 40.320 kilometreden fazla bir hızla fırlatılması gerekir. Daha yavaş fırlatırsanız geri düşer.* Her defasında.

Sizin kütleçekimsel çekiminizden (çekiciliğinizle karıştırılmasın) kurtulmak için de yine asgari bir hız gerekir. Tıpkı bir bilyeyi yerdeki tümseğin üstünden atlatmak için minimum bir başlangıç hızının gerekmesi gibi.

Vazonuzu yeterince hızlı fırlatmadığınız için size geri döndü çünkü siz de evrenin dokusunu büküyorsunuz.

---

* Herhangi bir tüfekle fırlatılan mermi bundan çok daha yavaş olduğundan, göğe ateş etseniz bile tekrar yere düşer. O yüzden denemeyin. Sözü edilen 40.320 km/s'lik bu hıza Dünya'nın *kurtulma hızı* denir. Karşılaştıracak olursak, Güneş'in kurtulma hızı yaklaşık 2,2 milyon km/s iken, Avrupa Uzay Ajansı uzay keşif aracı Philae'nin 2014'te iniş yaptığı oyuncak ördek biçimli kuyrukluyıldızın kurtulma hızı sadece 5,4 km/s'tir. Şöyle bir sıçramak, uzaklaşmak için yeterli olur.

Daha sonra gezegenin etrafında hızla dönüp yine gezegenin hareketinden gelen küçük, ek bir ittirişle uzaya savrulduğunuzda, farkında olmadan roket bilimcilerinin yakıt kullanmadan güneş sisteminin uzaklarına uydu gönderirken başvurduğu tekniği kullandınız. Onlar da gezegenlerin yakınında, doğru açı ve mesafede uçurdukları aygıtları, sapanla fırlatır gibi hız kazandırarak kozmik mahallemizin derin bölgelerine doğru gönderirler.

Tüm bu düşünceler beyninize akın ederken, Dünya üstünde bile her şeyin, gezegenimizi oluşturan maddenin yarattığı eğimden aşağı durmaksızın düştüğünü kavrıyorsunuz. İşte gezegenimiz bu yüzden gökyüzünün en tepesinden en dipteki çekirdeğine dek, yoğunluğu en az olan parçacıklar en üstte, en fazla olanlar en derinde olacak şekilde katmanlıdır. Bu tür bir dengeye erişilmesi milyarlarca yıl almıştır.

Evet, farkında olsanız da olmasanız da, az önce kütleçekimin bir kuvvet olduğu fikrinden tamamen kurtuldunuz. Onu artık daha çok bükülmeler, tepeler ve kıvrımlardan oluşan bir manzara olarak görüyorsunuz ve görünüşe bakılırsa az önce uzaya yaptığınız yolculuktan aldığınız ders de buydu. Çünkü fikir aklınızda şekillendiği anda, kendinizi birden yazlık evde, yatağınızda yatmış, halanıza bakarken buluyorsunuz. Biraz şaşkın görünüyor.

"Az önce vazoyu vermedim mi sana ben?" diyor, elinizde vazo olmadığını görerek.

"Ne vazosu?"

"Neyse canım, boş ver."

"Ama senin ne işin var burada?" diyorsunuz.

"Arkadaşların aradı beni. Halüsinasyonlar görüyormuşsun. Kütleçekim hakkında. Benim yaşıma geldiğinde o kuvvet gerçekten de canını sıkacak ama şimdi gençsin. Bu kadar takma kafana. Bak sana vazolar getirdim. Ne güzeller, değil mi?"

"Kütleçekim kuvveti diye bir şey yok, sadece eğimler var," diyorsunuz, sıkkın bir tavırla. İçinizden hain arkadaşlarınıza saydırıyorsunuz.

Halanız bir yandan vazoların ambalajını açarken, bir yandan da, "Eğimler, evet, biliyorum," diyor, beklenmedik biçimde.

Hatta sizi iyice şaşırtarak, kütleçekim açısından "kuvvet", "eğim" veya herhangi bir şeyin kendisi için fark yaratmadığını söyleyerek, karşı atağa geçiyor. "İnsan 'İmdat! Yere doğru çekiliyorum!' diye mi haykırır, yoksa 'İmdat! Düşüyorum!' diye mi?" sorusunu yöneltiyor. Çok saçma buluyor bu konuda yaygara koparmanızı.

Sonra da o ana dek gayet zevkli döşenmiş evinizi, yanında getirdiği vazolarla yeniden dekore etmeye koyuluyor. Sizse onu sessizce izleyerek, hayatın anlamını sorguluyorsunuz.

O gece nihayet tek başınıza kalma fırsatı bulduğunuzda, evinizin görece medeni ortamından kaçarak, kumsalda gezinmeye ve yıldızlarla yüzleşmeye gidiyorsunuz. Büyük halanızın kütleçekim hakkında yorumu kafanıza takılıyor ve az önce öğrendiklerinizi şöyle bir özetlemeye çalışıyorsunuz.

Evrenin dokusunda eğimler var.

Her şey, her yönde, kütleçekim adını verdiğimiz görünmez bir eğim yaratıyor ve o eğimi yaratan cisim ne kadar yoğunsa eğim de o kadar keskin oluyor. Ama kütlesi olan tüm cisimler evrenin dokusunu büküyorsa o zaman ışık da bükmeli, diye düşünüyorsunuz çünkü $E=mc^2$'ye göre enerji kütledir, kütle de enerji.

İyi de, bu gerçekten doğru mu?

Işık dahil, her şey gerçekten o dokuyu büküyor mu? Hem ne mene bir şeyden yapılmış bu doku?

Yazlık evinizde ya da bulunduğunuz herhangi bir yerde, hiç hissettiniz mi onu? Bir duvarın yarattığı görünmez eğimi hissettiğiniz oldu mu hiç? Ya da bir kanepenin? Tavanın? Veya gökyüzünün? Yahut lambadan gelen ışığın? Hayır, hissetmediniz. Sadece bütün olarak gezegenimizin yarattığı eğimi hissettiniz; sabahları yerinizden kalkabilmeniz için kas ve kemiklerinizin karşı mücadele verdiği eğimi. Saf sudan meydana geliyor olsaydınız yere dökülür ve yayılırdınız. Duvara değil.

İşin doğrusu, şu an hissettiğiniz kütleçekim aslında duvarlar, tavan, hatta tepenizde uçan bir kuş ya da uçak dahil, çevrenizi kuşatan her şeyin yarattığı *tüm* eğimlerin bir toplamı.

Ancak burada, aşağınızdaki her şey yukarınızdakilerden çok daha önemli. Ayaklarınızın altındaki yerküre, başınızın üstündeki gökten daha fazla madde içeriyor ve enerji saklıyor. Dolayısıyla daha derin eğimi yaratan o. Bu yüzden de öncelikle ondan aşağı kayma ve en çok onu hissetme eğilimindesiniz. İşte o da yerkürenin kütleçekimi.

Peki, ya şu evrenin dokusu meselesi? *Nedir* o doku? Bükülen şey *nedir*?

Einstein'ın bulduğu şey işte oydu.

Einstein $E=mc^2$ ile kütle ve enerji arasındaki ayrımın yersiz olduğunu, kütle ve enerjinin aynı şeyin iki ayrı yönünden başka bir şey olmadığını gösterdi. Yıl 1915'ti. Einstein 1915'te herhangi bir yerde evrenin şeklinin, o yerde mevcut kütle ve enerji tarafından belirlendiğini gösterdi. Bu arada, kütleçekimin bir kuvvet olduğu görüşünü de ortadan kaldırmış oldu. Kütleçekim sadece geometridir. Bükümler ve eğimler. Madde ve enerjinin yarattığı. Ama neyin geometrisi? Üstünde her şeyin gezindiği, sabunla kayganlaştırılmış gergin bir kauçuk olmadığı kesin. Ama unutmayın: Bir şeyi görmüyor olmamız, var olmadığı anlamına gelmez. İnsan çevresini kuşatan görünmez havayı, atomlar ve moleküllerden meydana geldiğini anlamadan önce içi boş sanıyordu.

Bizim de burada üstüne köprü kurmamız gereken benzer bir kavramsal boşluğumuz var: Uzay görünürdeki boşluğuna karşın boş değildir. Statik de değildir.

Onu hareket eden ve değişen geometrik bir nesne yapansa tamı tamına şu ana dek "evrenin dokusu" diye andığım şeydir.

Einstein bu dokunun, uzay ve zamanın bir karışımı olduğunu keşfetti. Yani, geçmiş yüzyıldan bu yana birbirinden ayrılamadığını kabullenmek zorunda olduğumuzu fark ettiğimiz iki varlığın bir karşımı.

Dolayısıyla evrenin dokusu artık daha çok uzay-zaman diye biliniyor ve Einstein'ın genel görelilik teorisi de bize bu uzay-zamanın, içinde yer alan şeylerle nasıl büküldüğünü (ve tabii tersini de) anlatıyor. Kütleçekim açısından bir yanda enerji ve

madde, diğer yanda uzay-zamanın geometrisi, aslında özdeş kavramlardır.

Ancak siz, şu ana dek yalnızca uzayın bükülmesini deneyimlediniz. Zamanın değil. Ya da öyle sanıyorsunuz. Aslında, zaman bükülmesi daima gerçekleşiyordu. Hatta şu an, bu kitabı okuduğunuz sırada bile etrafınızda gerçekleşiyor. Etkileri duyularınızla fark edemeyeceğiniz kadar zayıf ama yakında kendinizi, zaman bükülmesinin son derece belirgin olduğu ve aklınızın karışacağı yerlerde bulacaksınız. Bu da Üçüncü Kısım'da bir uçağın içinde, Altıncı Kısım'daysa nihayet karadeliğe daldığınızda olacak.

Ancak şimdilik yeniden kumsalınızdasınız ve yıldızları seyrediyorsunuz. Vakit geç de olsa umurunuzda değil. Gökyüzüne uzun uzun bakıyor ve kendinizi çılgınca görünen muhteşem fikirler arasında yüzüyormuş gibi hissediyorsunuz. Ama o çılgın fikirler mucizevi bir neden sonucu, kozmik gerçekliğimizi tanımlamakta gayet iyi görünüyorlar.

Gezegenimize bakıyorsunuz, örneğin. Bu gezegen uzay-zamanı büktüğü için, yeterince yakında olan her şey, onun yüzeyine doğru düşüyor ve yarattığı bükülmeyi artırıyor. İşte bu düşmelerin sonucunda, Dünya'nın yıldız tozu bulutundan doğduğu milyarlarca yıl öncesinden bugüne dek bir denge yakalanmış ve Dünyamızın etrafı atmosferle çevrelenmiş. Bizi bugün uzaydan koruyan, havayı soluyarak yaşamamıza olanak sağlayan ve bize kimi zaman gökyüzünü seyretme fırsatı sunan atmosferle...

Bu atmosferin hemen ötesinde, Dünya'nın biraz uzağında, tıpkı salata kâsesi kenarında dönen bilye gibi gezegenimizin etrafında dönmeyi sürdüren Ay var. Aradaki farksa Ay'ın kendisinin de uzay-zamanda bükülme yaratması. Ay'ın uzay-zamanı bükmesi, Dünya üstündeki suyun Ay'a doğru düşmesine neden oluyor. Bu yüzden de sular, yeryüzü etrafında dönen Ay'ı takip ediyor ve gelgitler oluşuyor.*

* Ay elbette gezegenimizin katı kabuğu, bizler, fincanlar ve kaşıklar dahil, diğer her şeyi çeker ama bunlar katı (ve/veya daha küçük) olduğundan çekilme o kadar belirgin değildir.

Daha da ötede, uzay-zamanı keskin biçimde büken Güneş yer alıyor. Güneş sisteminin tüm gezegen, kuyrukluyıldız ve asteroitleri o bükülmenin içinde, farklı hızlarda ve yüksekliklerde, salata kâsesinin çeperindeki bilyeler gibi fırıl fırıl dönüyor.

Tabii komşu yıldızlarla rekabeti de unutmamak gerek.

Biraz daha uzaklarda, diğer yıldızların uzay-zamanı bükmesi, Güneşimizinkinden daha belirgin bir hal alıyor ve sınırda gezinen o uzak kuyrukluyıldızlar da kimi zaman tepenin zirvesine vararak, bir yıldızın alanından diğerine geçebiliyor. Aynen salata kâsesinin tepesinden fırlayan bilyenin, yakındaki başka bir kâseye düşmesi gibi. Uzaydaysa yakınlarda daima bir şeyler var.

Samanyolu'ndaki tüm yıldızların yarattığı tüm uzay-zaman bükülmeleri birbirine eklenerek, gökadamızın yarattığı bükülmeyi oluşturuyor. Yani gökadamızın kütleçekim alanını. Bu alan da komşu gökadaların kütleçekim alanlarıyla rekabet ediyor. Sonra Yerel Grup'un kendisi diğer grupların yarattığı bükülmenin birleşimiyle rekabet ediyor ve bu böyle devam ediyor. Albert Einstein tüm bunları tek bir formülle anlamanın yolunu keşfetti işte.

Aklına sağlık, Einstein.

Geliştirdiği denklem sayesinde Einstein, bu uçsuz bucaksızlığı tuhaf dalgaların doldurması gerektiğini bile öngördü.

Kütleçekimin bir "bükülme" olduğunu ilk defa birkaç bölüm önce, size gezegenlerle yıldızların, gergin bir kauçuk levhayı büken ağır toplardan farksız olduğunu söylediğimde duymuştunuz. Ama şimdi evrenimizin dokusunun (az önce uzay-zaman adını verdiğimiz uzay ve zaman karışımının) bir bant ya da yassı bir şey olmadığını biliyorsunuz. Doku her yerde mevcut. Dolayısıyla uzaydaki bir gezegen ya da yıldızı, düz yüzey üstünde duran bir top gibi değil, evrenin tamamını dolduran bir okyanusun içine batırılmış bir top gibi düşünmek daha doğru bir temsil olacaktır. Yukarıda bir yüzey, aşağıda bir zemin olmaksızın. Sadece her yerde su varmış gibi.

Böyle bir top çevresini saran sıvıyı her yönde bükebiliyor, suyu kendine doğru çekebiliyorsa işte bu kütleçekimin işleyişine

karşılık gelebilir. Yakınlardan sakin sakin geçen bir balık, topa doğru çekilecektir. Bu durumda balık, topun yakınında dümdüz yüzemeyecektir. Yolundan sapacaktır. Hatta doğru hıza sahipse yüzmesi tamamen durabilir ve topun etrafında tembelce yörüngeye yerleşebilir. Uzayda olan da işte budur: Bir gezegen, yıldız etrafında dönmek için yüzgeçlerini kullanmak zorunda değildir. Dünya aslında Güneş tarafından bükülmüş bir uzay-zamanda dümdüz hareket eder. Gezegenimiz ne direksiyon kırar ne de hareket etmek için enerji harcar. Sadece yıldızımız tarafından yaratılan görünmez uzay-zaman bükülmelerini takip eder. Salata kâsesi etrafında dönen bir bilye gibi.

Bu benzetmeyi bir adım öteye taşıyarak, kendinize, peki, okyanusa bir değil, iki top batırılsa ne olurdu, diye sorabilirsiniz. Birbiri etrafında dönen iki top.

Şüphesiz dalgalar yaratırdı.

Yüzey dalgaları değil, okyanusun kendi içindeki dalgalar... Bu dalgalar, dönen toplardan dışa doğru, uzaklara yayılır, topların enerji kaybetmesine neden olurdu. Sonunda toplar çarpışana dek.

Peki, böyle dalgalar evrenimizde neye karşılık gelirdi? Evrenin dokusundaki kıpırdanmaya. Bunlar uzay-zamanın dalgaları olurdu ve işte, *kütleçekim dalgası* dediğimiz şey budur. Söz konusu dalgaların varlığı 1916'da, kütleçekim teorisini yayınlamasından sadece birkaç ay sonra Einstein tarafından öngörüldü. Fakat kimse ona kulak vermedi. Hem de onlarca yıl. Sonunda Einstein onları düşünmeyi bıraktı ve hesaplarındaki bir hata olabileceklerini, gerçek olmadıklarını düşündü. Ta ki Fransız matematikçi ve fizikçi Yvonne Choquet-Bruhat 1951'de ona yanılmadığını söyleyene dek... Choquet-Bruhat Genel Görelilik doğruysa kütleçekim dalgalarının da var olması gerektiğini matematiksel olarak kanıtlamıştı. Bu dalgaları tespit etme yarışı böylece başladı.

Bundan 1,3 milyar yıl önce, 1,3 milyar ışık yılı uzakta, Güneşimiz kütlesinin 29 ve 36 katı kütleye sahip iki karadelik, ışık hızının yarısı hızla döne döne birbirlerine yaklaştı ve birleşti. Çarpışmanın gerçekleştiği 20 milisaniye kadar süre boyunca

karadelikler 3 güneş kütlesine denk enerji kaybettiler. Muazzam bir miktar. Görünür evrendeki tüm yıldızların toplam gücünün yaklaşık 50 katı. Einstein'ın genel göreliliğine ve $E=mc^2$'ye göre bu enerji ışığa değil, hiçbir şeyin durduramayacağı kütleçekim dalgalarına dönüştü. Dalgalarsa 1,3 milyar yıl sonra dünyaya ulaşacaktı.

Ulaştı da. 14 Eylül 2015'te, UTC 09.50.45'de.

Alman fizikçi Rainer Weiss ile ABD'li fizikçi Ronald Drever ve Kip Thorne olmasa kimse dalgaları görmeyecekti. Ama bu bilim insanları hayatlarının onlarca yılını kütleçekim dalgalarını tespit eden, ABD'deki Lazer Girişimölçer Kütleçekim-dalga Gözlemevi LIGO'yu düşünmeye ve inşa etmeye adamışlardı. Onların öncülüğünde, dünyanın dört bir yanından binlerce bilim insanı araştırmada yer aldı. Gelecek yıllarda bu olağanüstü başarının Nobel'le ödüllendirileceği şüphesiz.

Kısacası, evet, Einstein bu konuda da haklıydı. Ne adam ama... Şu an keşke karşınızda beliriverse de elini sıksanız, diye düşünüyorsunuz.

Ancak onun Genel Görelilik teorisi başka şeyler de barındırıyor

Önceden Einstein'ın, evrenimizin bir geçmişi olabileceği fikrine kapı açtığını okumamış mıydınız? Evrenimizin geçmişte daha küçük olduğunu?

Kumsalda oturup gözlerinizi yumuyor, bunun tam olarak ne anlama gelebileceğine odaklanmaya çalışıyorsunuz.

7 | *Evrenbilim*

Hayatta bazı sorular vardır ki yanıtları sadece tek ve tartışmasız olabilir. Ancak maalesef evrenimizin bütün olarak nasıl göründüğü sorusu, az önce öğrendiklerinize karşın, o sorulardan biri değildir. Einstein'ın denklemleri evrenimiz için pek çok farklı küresel şekle izin verir ve Altıncı Kısım'da da göreceğiniz gibi, henüz evrenin neden oluştuğunu bile tam bilmiyoruz.

Bunları söyledikten sonra kendimize fiziğin, şimdiye dek ne denli güçlü olursa olsun, gerçeklikle hiçbir zaman *tam* örtüşmediğini hatırlatmamızda yarar var. Fizik böyle bir şeyi hedef alamayacağını dahi bilir çünkü bu, gerçekliğin –her neyse artık– aynı zamanda *tam* bilinebileceği anlamına da gelir. Oysa bilinemez. Gözlemler ve deneyler, doğruluk oranları ne olursa olsun daima yaklaşık bir yanıt verirler. Ne kadar küçük olursa olsun her zaman bir hata payı vardır.

Geriye dönüp baktığımızda tarih boyunca insanın doğayı incelemede kullandığı teknolojinin, dönemin fiziği tarafından öngörülebilenlere fazla ayak uyduramadığını görüyoruz. Bu da kimi zaman yanlış inançlara yol açıyor. Birkaç yüzyıl önce atalarımızdan biri, bir şekilde saç telinin binde biri genişlikte bir bakterinin varlığını tahmin edebilseydi çağdaşlarından hiçbiri bunu test edemeyecekti ve atamız muhtemelen insanları gereksiz yere korkutmaktan tımarhaneyi boylayacaktı. Aynısı uzak gökadalar için de geçerli. Atamız onların da varlığı konusunda ısrar etse bu defa bir yere kapatılmak yerine canlı canlı yakılacaktı. Giordano Bruno gibi. Gökadaları anlayabilmek amacıyla evrenin yeterince uzaklarına bakabilmek için gereken teknoloji yaklaşık yüz yıl öncesine kadar yoktu. Benzeri şekilde, bu kitabın sonunda göreceğiniz şeyi test edebilmek için gerekli teknoloji de henüz geliştirilmedi.

Durum böyle olsa da, bilim adım adım ilerler. Bazen kavrayışımızda devrim yaratacak bir yolun önünü açan dev adımlar atılır. Yine de bilime, düşünceler için bir yapı iskelesi gibi bakmak sağlıklıdır. Birbirini takip eden kuşaklar boyunca, içinde yaşadığımız gerçekliğe olabildiğince yakın durmaya çalışan bir yapı iskelesi. O gerçekliğin sırları da ancak yapılan deneylerle ortaya dökülür. Ayrıca gelecekte bu durum değişse bile şimdiye dek bilimden başka hiçbir insan aktivitesinin doğa hakkında gözle görülmez şeylerin keşfine yol açmadığını belirtmek gerekir. İnsan, doğanın heybeti karşısında ne kadar mütevazılığını korumak zorunda olsa da, şimdiye dek bedenimizin kör olduğu yerde bize görme yetisi sunan tek şey de "bilim" oldu.

Pek çoklarının sandığının aksine, bilim insanları karmaşıklığı sevmez... Evreni bir bütün olarak anlayabilmek için her şeyin basit olmasını tercih ederler. Oyunun amacı ise genelde karmaşık görünen bir ortam içindeki basit bir örüntüyü bulup çıkarmaktır.

İşte incelikli zekâ burada devreye girer.

Şimdi gelin, şu ana dek gördüğünüz her şeyi olabildiğince geniş bir ölçek üstünde basitleştirerek, Einstein'ın vizyonundan ne çıkarabileceğimize bakalım. Ayrıntıları unutalım. BÜYÜK resme bakalım. Asteroitleri, gezegenleri, kütleçekim dalgalarını bir kenara bırakalım. Burada önem taşıyan şey açısından fazla küçükler. Geriye sadece gökadalar hatta gökada kümeleri kalsın. Siz de oradasınız ve her şeyi öyle bir kozmik ölçekte görüyorsunuz ki Dünya, Güneş ve Samanyolu'nu meydana getiren milyarlarca yıldız, yerinizi belirleyen minicik bir noktadan öte değil.

Diğer gökadalarsa etrafınıza eşit yayılmışlar ama lifi andıran birbirine bağlı yapılar gözle görülüyor.

Güzel.

İşte bu basit. Başlangıç kurgunuz bu. Bu bilgiyi Einstein'ın denklemlerine besliyor ve bir şey çıkacak mı, bakıyorsunuz. Heyecanla ama fazla da beklentiye kapılmadan beklemeye başlıyorsunuz. Ve derken... Mucize! Çalışıyor! Dört bir yanınızda,

baktığınız her yerde gökadalar ve gökada kümeleri beklendiği gibi birbiri etrafında hareket ediyor ama dahası var. Etrafınızı saran, Dünya'dan gözlemlenebilen görünür evrenin hacmi genişlemeye başlıyor. Uzay-zaman tüm gökada noktaları arasında gerilerek uzuyor ve bu, birbirleri etrafındaki hareketlerinden bağımsız olarak, gökadaların birbirlerinden uzaklaşmasına neden oluyor! Küçük ya da yerel ölçekteki hareketleri ne olursa olsun şimdi hepsi fırında pişen bir kekin içindeki susamlar ya da şişirilen bir balonun üstündeki benekler gibi. Başlangıçta Dünya'dan ne kadar uzaklardıysa şimdi o kadar hızlı uzaklaşıyorlar. İşte milyar dolarlık teleskobu verdiğinizde dostlarınızın gördüğü şey de buydu. Evrenin genişlemesi.

Görünür evrenin basit bir modelini Einstein'ın denklemiyle çalıştırdınız ve Einstein'dan önce insanlık tarihinde hayal bile edilmemiş bir şeyi elde ettiniz. Gökyüzüne baktığınızda gördüğünüz, bilim insanlarınınsa her gün gördüğü şeye karşılık gelen bir şey: Evrenin kendisi de (Einstein'a göre) evrilebilir ve (gözlemlere göre) evriliyor.

İşte evrenimizin geçmiş ve geleceğini anlama bilimi olan *evrenbilim* (*kozmoloji*) böyle bir düşünceyle doğdu. Einstein'dan önce elimizde sadece *kozmogoniler*, gerçekliğimizin sırlarla dolu kökeni konusunda aklımızı kaçırmamak için kendimize anlattığımız hikâyeler vardı... Şimdi elimizde bilim de var. İnsanın değil, doğanın yazdığı hikâyeyi çözmenin bir aracı.

Etrafınızı çevreleyen tüm noktaların evrilişini izlerken, birden Einstein'ın denklemiyle aklınızdan gerçekten de "başa sar" tuşuna basarak, genişlemeyi geriye doğru izleyebileceğinizi fark ediyorsunuz.

Öyle yapıyorsunuz.

Susamlı keki andıran görünür evrenimiz bu defa şişmek yerine bir anda sönmeye başlıyor. Kozmik gözünüzle büzüşmesini izliyorsunuz: Uzaklardaki geçmişler bugüne, size doğru yaklaşıyor ve gelecekteki yılların görüntüsünü yutarak ilerliyor.

Dünya'nın görünür evrenini sınırlayan kürenin tamamı büzüşüyor.

Büzüşüyor.
Daha da büzüşüyor, ta ki...

Yüz yıl kadar önce Belçikalı fizikçi ve Cizvit rahibi Georges Lemaître üç kozmolojik ilkeyi bizimkine benzer, saat gibi işleyen hayali bir evrene uyarlamaya karar verdi. Amacı bu evrenin zaman içinde genişleyip büzüşmesini izlemekti. Vardığı sonuç ise apaçıktı: Görünüşe bakılırsa gerçekliğimizin, insanın düşünmeye başladığı zamandan bu yana kanıksadığı gerçekliğin, bir başlangıcı vardı.

Einstein'ın denklemleri Lemaître'i ve sonradan başka birçoklarını, bugün sahip olmayı sürdürdüğü enerjiyi daima içermiş olsa bile, evrenimizin bir zamanlar boyutsuz olduğu yönünde akıl karıştırıcı bir sonuca hızla götürdü.

Evrenin uzayda ve zamanda hiçbir boyutu yoktu.

Kulağa saçma gelen bir fikirdi bu şüphesiz; belki hâlâ da saçma geliyor. Ancak Einstein'ın denkleminin söylediği şey buydu.

Ne var ki bugün bildiklerimizle bakınca bu fikir, geceleri gökyüzünde gördüklerimizi anlama yönünde insanlığın geliştirdiği en iyi fikir gibi görünüyor.

Görünür evrenimizin içerdiği her şeyin geçmişte bir noktada sıfır (ya da sıfıra çok yakın) boyuta sahip olduğunu öne süren her teoriye (sıcak) *Büyük Patlama* teorisi denir.

"Sıcak" çünkü ancak çok sıcak bir geçmiş, görünür evrenimizin onca enerjisini küçücük bir hacme sıkıştırmış olması fikriyle baş edebilir. Güneş'in kalbi sıcaktır çünkü içerdiği tüm madde, Güneş'in kendi kütleçekim altında ezilir. Tüm evreni büzerek Güneş boyutunda bir küreye indirdiğinizde bambaşka bir sıcaklık seviyesine erişirsiniz.

"Büyük" çünkü görünür evrenin tamamını içerir.

Son olarak, "patlama" çünkü onu izleyen genişleme geçmişimizde, evrenimizin doğuşunun hemen akabinde, bir patlama olduğu izlenimini yaratır. Gerçi daha ileride bunun hiçbir şekilde patlama olmadığını göreceksiniz.

"Olağanüstü, Muazzam, Akıllara durgunluk veren, Cayır Cayır Kavurmanın da Ötesinde, Sıcak, Devasa, Aynı Anda ve Her Yerde, Evrensel bir Ani Yanma" şeklinde bir tanım, o zamanlar olanlar hakkında daha iyi bir fikir verebilir ama "Sıcak Büyük Patlama" da oldukça iş görüyor ve daha mütevazı bir tanım.

Mütevazı olmalı da çünkü kozmik gözümüze bu Büyük Patlama ile ilgili her şey bizim gezegenimizi, Dünya'yı merkez alıyormuş gibi görünse de, durum hiç de öyle değildir.

İleride göreceğiniz gibi Büyük Patlama uzay-zamanın belli bir noktasında değil, her yerinde gerçekleşti.

8 | *Kozmik Ufkumuzun Ötesi*

Yolculuğunuzun en başında, kumsaldayken, gökte çıplak gözle gördüklerinizin evrenin tamamı olup olmadığını merak etmiştiniz.

Artık olmadığını biliyorsunuz.

Gözlerimiz sadece tamamı gökadamız Samanyolu'na ait birkaç yüz yıldızı ve nereye bakması gerektiğini bilenler için de başka birkaç yakın gökadanın sönük izlerini görebilir.

Teleskopları kullanarak artık gözlemlenebilir evrenin bundan akıllara durgunluk verecek ölçüde daha büyük olduğunu biliyorsunuz. Ama onun da bir sınırı var: Son saçılma yüzeyi.

Bu yüzey geçmişimizde, 13,8 milyar yıl kadar öncede yer alır.

Ama aynı zamanda uzayda yer alır: 13,8 milyar ışık yılı kadar uzaklıkta.*

Bugün görebildiklerimizi sınırlar.

Bunun da ötesinden gelecek herhangi bir ışığın bize ulaşabilmek için 13,8 milyar yıldan uzun süre yol almış olması gerekir. Ancak 13,8 milyardan uzun bir süre önce ışık özgürce yol alamıyordu. Sıkışmıştı. O zamanlar evrenin tümü aşırı yoğundu. Işık uzay ve zamanda özgürce ilerleyecek duruma ancak 13,8 milyar yıl önce gelebildi ve son saçılma yüzeyi de o andan geriye kalan imgeydi. Oradan bakıldığında yüzey, saydam bir uzay-zamanın başlangıcını teşkil ediyordu. Dünya'dan bakıldığında ise görünür evrenin en uzak sınırını teşkil ediyor.

Bu yüzey bir anlamda bizim kozmik ufkumuzdur. Ondan ilerisini göremeyiz. En azından Dünya'dan baktığımızda.

---

* Aslında bundan çok daha uzaktadır çünkü evren bize şimdi ulaşan ışığın yola çıktığı zamandan bu yana genişlemeyi sürdürmüştür. Fizikçiler şimdi o uzaklığın 46 milyar ışık yılı kadar olduğunu tahmin ediyorlar.

Siz bu kitabın başından beri evrenin, Dünya'dan görünen şekli içinde geziniyorsunuz.

Kendinizi hep görünür evrenle, yani merkezinde bizim yer aldığımız kozmik ufkumuzun sınırlarıyla kısıtladınız.

Peki, evren Dünya olmayan başka bir yerden nasıl görünür? Kozmik ufuk orada da yine Dünya merkezli mi olur?

Kendinizi okyanusun ortasında, karadan uzaklarda, salla sürüklenirken hayal edin. Ufuk elbette görünür bir şey sizin için: Suyla göğü birbirinden ayıran bir hat. Etrafınıza bakındığınıza ufkun bir çember oluşturduğunu görürsünüz; merkezinde *sizin* yer aldığınız bir çember.

Bu, okyanusun tam merkezinde bulunduğunuz anlamına mı gelir?

Elbette hayır.

Okyanusun, kendi görebildiğiniz kısmının, yani *görünür* okyanusun merkezinde olduğunuz anlamına gelir. Sınırın ötesini, kendi ufkunuzun ilerisini görmenizin hiçbir yolu yoktur.

Ama bu daha ötesinin olmadığı anlamına gelmez.

Vardır.

Elbette ki vardır.

Belli bir uzaklıkta, yine salıyla sürüklenen bir dostunuzun da kendi etrafını çevreleyen bir ufku olacaktır. *Onun* ufku, yani *onun* görünür okyanusunu sınırlandıran ufuk.

Yeterince yakınsa dostunuz sizin görme alanınız içinde yer alabilir. O durumda görünür okyanuslarınızdaki bazı dalgalar ortak olur ama dostunuz birtakım yönlerden sizden uzağı, sizin ufkunuzun ötesini görebilir, siz de aksi yönde onun ufkunun ötesini görebilirsiniz.

Tabii dostunuz ufkunuzun ötesinde de olabilir.

O durumda birbirinizin sürüklenip duran varlığından habersiz de olsanız, görünür okyanuslarınızın bir kısmı ortak olabilir.

Üçüncü bir olasılığa göreyse dostunuz öyle uzaktadır ki onun görünür okyanusuyla sizinkinin ortak hiçbir yeri yoktur.

Gökyüzünden bakıldığında bu, her ikinizin görebildiklerini sınırlayan çemberlerin hiçbir kesişme noktası olmadığı anlamına gelir. Onun bulunduğu yerden görülebilenler, sizden tamamen saklı olacaktır. O volkanik adaları ve balinaları izliyor olabilir ve sizin bundan en ufak haberiniz olmaz.

Uzayda da durum aynıdır.

Dünya'dan görebildiğimiz görünür evren, yarıçapı 13,8 milyar ışık yılı uzunluğunda bir küredir.

Ama bu, ötesi olmadığı anlamına gelmez.

Başka bir gezegendeki başka birinin de etrafı kendi kozmik ufkuyla çevrili olacaktır ve onun da yarıçapı 13,8 milyar ışık yılı olacaktır çünkü evrenin orada, buraya kıyasla daha genç ya da daha yaşlı olması için hiçbir neden yok.

Önceki sayfalarda gördüğünüz üç kozmolojik ilke bunu sağlamlaştırmak için ortaya kondu: Bizimkiyle hiçbir ortak görünür yeri olmayacak kadar uzaklardaki bir görünür evren bizimkine benzer olmalı (birebir aynı değil tabii; ama benzer) ve aynı fizik kurallarına uymalı.

Dostunuz salını göremeyeceğiniz kadar uzakta olsa bile onun görünür okyanusunda uçan dağlar olmasını beklemezsiniz.

Aynısı uzay için de geçerlidir. Doğa yasalarının her yerde aynı işlemesi gerekir. Bu açıdan hiçbir yer birbirinden farklı olmamalıdır.

Bu mantıkla, evrenimizin (görünür kısmının ötesindeki) herhangi bir yerinde yaşayan herhangi biri tarafından görülen "görünür evren" de genişliyor ve Einstein yasalarına uyuyor olmalı. Yani, orada da zamanı geri sarsak, tıpkı buradaki gibi Büyük Patlama'ya ulaşmalıyız. Ancak bu defa merkezinde bizim değil, onların olduğu bir Büyük Patlama.

Evrenin *tamamına* bu bakışla baktığımızda, merkez diye bir şey yoktur ve Büyük Patlama da her yerde gerçekleşmiştir.

Bu tür bir bakışla *çoklu evren* denen şeyin nasıl olabileceğini hayal edebilirsiniz: Birbirinden ayrı ve birbiriyle iletişime giremeyen ama hepsi aynı bütüne dahil, çok sayıda evren.

Bu kitapta çoklu evrenlerin dört farklı örneğiyle karşılaşacaksınız. Bu sadece ilki ve önce bunu tanıtıyorum çünkü birçok bilim insanı doğru olduğuna inanıyor.

Şimdi, bunu kabul etmemiz, tüm evrenin, yani tüm görünür evrenleri birleştirdikten sonra ortaya çıkan "her şeyin" sonsuz olduğu anlamına mı gelir?

Hayır. Örneğin, okyanusun tamamı, yani sizinki gibi pek çok saldan görünen tüm görünür okyanuslar birleştirildiğinde ortaya çıkan okyanus, sonludur.

O halde evrenin tamamı sonlu mu?

Hayır. Gene sonsuz olabilir.

Bilmiyoruz.

Bir önceki bölümün başında da sözünü ettiğim gibi, Einstein'ın denklemleri ne yazık ki bu sorunun yanıtını vermiyor.

Pekâlâ.

Nedir şimdi burada kanıtlanan? Pek fazla bir şey değil, diye düşünüyorsunuz, değil mi? Hatta hiçbir şey.

Belki Büyük Patlama teorisi bile zayıf görünüyor size; soyut bir düşünce gibi görünüyor.

Sonuçta, arkadaşlarınızın gökyüzünde gördükleri (uzak gökadalar bizden ne kadar uzaktaysa bizden o kadar hızlı uzaklaşırlar) sadece evrenin *şu anda* büyüdüğüne işaret ediyor olabilir. Birbirinden farklı pek çok olası geçmiş, böylesi bir genişlemeye yol açmış olabilir. Şu Büyük Patlama saçmalığını ortaya atmaya gerek yok.

Evet, böyle bir iddiada da bulunulabilir. Ama uzun sürmez.

Bilim, politika değildir.

Doğa kimsenin fikrine aldırış etmez; o "kimse" çoğunluk bile olsa.

Sağlam deneysel kanıtlar daima gereklidir.

Az sonra göreceğimiz gibi, geçmişimizde bir Büyük Patlama'nın gerçekleştiğine dair sağlam bazı göstergeler hatta kimilerinin kanıt kabul edecek kadar inandırıcı bulduğu birtakım ipuçları gerçekten de mevcuttur.

9 | *Büyük Patlama'nın Bariz Delili*

Evrenimiz (şimdilik görünür olanla sınırlı kalalım) geçmişte daha küçük olsaydı nasıl kanıtlardık? Fiziksel olarak zamanda yolculukla oraya gitmek seçenekler dahilinde değil ama geçmişe *bakmak* gibi bir seçenek mevcut.

Şu noktada artık, milyarlarca ışık yılı uzaktaki yıldızlardan gelen ışığı topladığınızda o yıldızların milyarlarca yıl önceki görüntüsünü gördüğünüz gerçeğini benimsemiş olmalısınız. Baktığınızda, geçmişi izlemiş oluyorsunuz. Dolayısıyla evrenin o zamanlar daha küçük olup olmadığını kontrol edebilir ya da ışığın size ulaşma biçiminde, bu yöndeki etkilere dair ipuçları arayabilirsiniz.

Ne var ki evrenin uzak köşelerinde gördüklerimizden anlam çıkarmak her zaman o kadar kolay değildir. Bu konuda ilerlemenin açık ara en iyi yolu, beklediğimiz şeyin ne olduğuna dair net bir resme ulaşmak ve o resmin gerçeklikle örtüşüp örtüşmediğine bakmaktır. İşte teorik fizikçilerin yaptığı da (en azından –bazen– yapmaları gereken) budur.

Ancak şu an için gelin, teleskopla bakmadan önce ne gibi bir sonuç çıkarabileceğimize bakalım.

Tropik adadaki kumsalınıza döndünüz.

Gecenin ilerleyen saatleri olduğu halde yıldızları izlemek yerine –ve etrafta kimse olmadığını iki defa kontrol ettikten sonra– yüksek sesle kendi kendinize konuşmaya başlıyor, zihninizde evrenin geçmişinin bir resmini oluşturmaya çalışıyorsunuz.

"Eğer evren genişliyorsa geçmişte daha küçük olmalı."

"Tamam."

"Ama geçmişte daha küçüktüyse o zaman kütleçekim, yani uzay-zamanın bükülmesi de o zamanlar çok daha etkili olmalı.

Ne de olsa o zamanlar evrenin tüm madde ve enerjisi daha küçük bir hacme sıkışmıştı."

"Einstein denkleminin söylediği şey buydu zaten."

"Pekâlâ."

"Geçmişte uzay-zaman giderek büyüdü çünkü bir nedenden dolayı genişleme vardı. İlk başta küçücüktü ve madde ve enerjiyle yoğun biçimde doluydu. 13,8 milyar yıllık bir genişlemenin ardından Dünya gibi gezegenleriyle ve tropik adanızın tepesinde gördükleriniz gibi yıldızlarıyla şimdiki halini aldı."

"*Eğer* doğru tablo buysa evrenin küçük olduğu zamanlarda..."

"Kütle ya da enerjiyle yoğunlaşmış olması bir fark yaratmaz çünkü madde ve kütle, uzay-zamanın geometrisi üstünde aynı etkiye sahiptir. Einstein bunu da söylemişti."

"Buraya kadar her şey tamam."

"Şimdi, *eğer* tüm o enerji küçücük bir hacmin içine sığdıysa şüphesiz bolca sürtünme ve başka şeyler de gerçekleşmiş olmalı. Ayrıca erken döneminde evren çok sıcak olmalı."

Makul geliyor mu? Evet, bu sonuca ilk defa varmıyorsunuz zaten.

Ancak buradan varılabilecek başka sonuçlar da var.

Şunun gibi: Evren belki de *o kadar* yoğundu ki o sırada var olan *hiçbir* ışık onun içinde yol alamadı.

"Hiçbir ışık içinde yol alamadı... Hım... Duvar gibi bir şeyi düşündürüyor insana..."

Evet, haklısınız.

Tebrikler.

Genişleme modeli baştan sona doğruysa evrenimizin geçmişinde, bir noktada, böyle bir yer var olmuş olmalı ki zaten var. Yüzeyini gördünüz. Sözünü ettiğimiz yer, son saçılma yüzeyi; evrenimizde görebileceklerimizi sınırlayan yüzey.

Az önce müthiş bir şey yaptınız.

Bir fizikçinin rüyasını yaşadınız: Einstein'ın denklemlerini ve kumsaldan ayrıldığınızdan beri evrenle ilgili gördüklerinizi

kullanarak, salt mantık yoluyla geçmişteki bir zamanda ışık geçirmez bir duvarın var olmuş olması gerektiği sonucuna vardınız. O duvarın yüzeyinin hâlâ görünür olması gerektiği sonucuna... Ki görünür de zaten. Bu yüzey deneysel olarak da belirlendi ve şimdi göreceğiniz gibi, bir şekilde haritalandı.

Bunları okurken kendinizi evren vizyonumuzda devrim yaratmış gibi hissetmiyor olabileceğinizi anlıyorum. Ancak bunun nedeni, söz konusu duvarın, henüz üstüne düşünmeden size anlatılmış olması. Hayatınızın neredeyse yirmi yılını o duvarın, görülmesinden çok önce var olması gerektiğini kanıtlamaya çalışarak geçirmediniz. Bunu yapanlar, duvarın varlığı kanıtlandığında kendilerini muhteşem hissettiler.

Nasıl mı kanıtlandı?

Her nedense kumsalda yeniden gezinmeye başladığınız şu sıralarda, bir sorun olduğunu fark ediyorsunuz: Bugünün görünür evreninin en uzak kıyısında gördüğünüz yüzey, az önce düşünerek bulduğunuzla tam benzeşmiyor, değil mi? Gerçeği, teleskoplarımızla gördüğümüz, çok soğuktu. Oysa az önce zihninizde canlandırdığınız duvarın çok sıcak olması gerekiyordu.

Ne kadar mı sıcak?

Einstein'ın denklemini kullanarak bazı insanlar olması gereken sıcaklığı gerçekten de hesapladılar ve epeyce büyük bir rakama ulaştılar: Yaklaşık 3.000°C. Saydamlaştığı sırada evrenin tümünün işte bu sıcaklıkta olması gerektiğini keşfettiler.

Ancak gökte gördüğünüz o duvar bu sıcaklıkta değildi.

Bu da bir sorun.

İyi ama unuttuğunuz bir şey yok mu?

Sıcak bir geçmişin varlığına ilişkin çıkarsamayı yaparken, dostlarınızın gökyüzünde gördükleriyle örtüşebilmesi için uzay-zamanın genişlediğini, evrenin görünür hacminin zamanla birlikte büyüdüğünü varsaymamış mıydınız? Peki, bu genişleme evrenin sıcaklığı üstünde bir etki yaratmış olabilir mi?

E, evet. Yaratmış olabilir değil, yaratmalı aslında ki bu da her şeyi değiştirir.

Mesela mutfağınızdaki fırını düşünün. İçindeki hava hoş bir

sıcaklığa erişene dek ısıtın onu. Sonra düğmesini kapatın ve fırının hızla büyüyerek bir bina boyutuna eriştiğini hayal edin. İçerideki sıcaklık kısa sürede fırının küçücük olduğu zamankinden çok daha aşağı düşecektir.

Henüz 1948'lerde, ABD'li bilim insanları George Gamow, Ralph Alpher ve Robert Herman tarafından yapılan hesaplamalar, evrenin genişlemesi yüzünden, yukarıda sözü edilen 3.000°C radyasyondan geriye çok silik bir iz kalması gerektiğini ve bu izin, gördüğünüz o duvarın yüzeyinden yayılırmış gibi, görünür evrenimizin tamamını doldurması gerektiğini ortaya koydu. Nasıl bir sıcaklık olması gerektiğini bekliyorlardı, peki?

–260°C ya da –270°C. Mutlak sıfırın 3°C ila 13°C üstünde.

Tesadüf o ki Gamow ve meslektaşlarının tahmininden on yedi yıl kadar sonra Arno Penzias ve Robert Wilson isimli ABD'li iki fizikçi, ABD'deki Bell Labs'te ilginç bir işi yerine getirmek durumunda kaldı. İşleri, bir balon uydudan yansıyan radyo dalgalarını alacak anteni kurmaktı. Tuhaf bir engel çıkmasa kolay ve keyifli bir işti. İki fizikçi, sinyaller süresince anlaşılmaz bir parazit duydu. Bunu gidermek için zekice birtakım kontroller yaptılar ve olası pek çok mühendislik hatası aradılar. Ama hiçbir şey işe yaramadı. Ne yaparlarsa yapsınlar, parazit durdurulamadan, öylece devam ediyordu. Başka hiçbir neden bulamayınca, son model antenleriyle ilgili yaşadıkları sorunun suçunu güvercinlere ya da yakınlarda uçan kuşlara attılar. Başarılı akademik unvanlarına aldırış etmeden, kuşlara sayıp söverek uzunca bir vakti aygıtı temizlemeye verdiler. Ama parazit yine kaybolmadı ve sonunda teorik fizikçi bir arkadaşlarını çağırmak zorunda kaldılar. Çok geçmeden sonsuza dek bile uğraşsalar o parazitten kurtulmalarının imkânsız olduğunu anladılar. Duydukları şeyin kuş pisliğiyle alakası yoktu. Hatta "parazit" Dünya'dan bile gelmiyordu. O bir sinyaldi. Sıcaklığı olan bir sinyal: –270,42°C. Ve uzaydan geliyordu. Uzayın her yerinden.

Gamow, Alpher ve Herman'ın öngördüğü şeydi bu. Einstein denklemlerinin bir sonucuydu. Evrenin son opak anına ait bir "artık sıcaklıktı". Evrenin çok daha küçük ve hiçbir ışığın yol

almasına izin vermeyecek yoğunlukta madde ve enerjiyle dolu olduğu, 13,8 milyar yılı aşkın bir süre öncesinin dondurulmuş görüntüsüydü.*

Penzias ve Wilson bir teorinin kestirimini deneysel olarak doğrulamışlardı. Teori bilim insanlarına öyle saçma gelmişti ki Büyük Patlama ismi bile Cambridge Üniversitesi'nde ders veren, dönemin en tanınmış profesörlerinden Britanyalı bilim insanı Fred Hoyle tarafından dalga geçmek için ortaya atılmıştı.

Penzias ile Wilson 1978'de Nobel Fizik Ödülü'nü aldılar. Evrenimizin uzun zaman önceki sıcak kazanından kalma ısıyı keşfetmişlerdi. Görünür evrenin sonunu imleyen, son saçılma yüzeyinden yayılan ısıyı.** (Sıcak) Büyük Patlama'nın bariz delillerinden biri olan bu radyasyona, *kozmik mikrodalga arkaplanı* denir.

Penzias ve Wilson, Büyük Patlama teorilerinin doğru yolda olduğunu kanıtlamışlardı.

Peki, neden "mikrodalga" deniyor bu radyasyona?

Bu da yine evrenin genişlemesiyle ilintili.

Evrenin saydamlaştığı son saçılma sırasında yayılan ışık, gerçekten de çok görünür nitelikteydi ve farklı renkler, enerjiler, frekanslar içeriyordu. Ama artık gözlerimiz için görünür nitelikte değil çünkü zamanla gerilip uzadı.

---

* Merak edenlere: Söz konusu yüzey bir milyar yıl sonra hâlâ aynı kalacak ama daha uzakta ve daha sönük olacak. Yüz milyarlarca yıl sonra ise artık gözlemlenebilir olmaktan çıkacak. Yani, çok ama çok uzak bir gelecekte atalarımız evrenimizin Büyük Patlama'yla başladığını kanıtlayamayacaklar...

** Bir süredir son saçılma yüzeyine neden bu ismin verildiğini düşünüyor olabilirsiniz. Şöyle: Işığın (örneğin, bir foton) bir elektrona çarptığında saçıldığı söylenir. Duvardan önce ışık, sürekli maddeden saçılıyordu. Madde o kadar yoğun sıkışmıştı ki saçılımlar durmaksızın devam ediyordu ve fotonlar hiçbir şekilde yol alamıyordu. Evrenin opaklığı buradan geliyordu. Ancak evren genişledi ve yoğunluğu azaldı. Öyle ki günün birinde ışık özgürce yol alabilmeye başladı. İşte ışık son kez o zaman saçıldı ve son saçılma yüzeyinin geçmişimizde belirmesine neden oldu. Gördüğünüz duvar buydu. Penzias ile Wilson'ın tespit ettiği ışık, o andan kalan ve 13,8 milyar yıl yol aldıktan sonra halen bize gelmeyi sürdüren ışıktı.

Işık dalgalarının renginin, enerjisinin ardışık iki tepe noktası arasındaki mesafeye bağlı olduğunu anımsıyor musunuz? İşte, uzay-zamanın 13,8 milyar yıllık genişlemesiyle birlikte gerilen ışık, çivitle başlar ve sırasıyla maviye, yeşile, sonra sarıya, ardından turuncuya, kırmızıya döner... Ardından gözlerimiz için görünmez hale gelerek kızılötesine geçer ve sonra, sadece mikrodalga ve nihayet radyo dalgası olarak varlığını sürdürür.

Biz bugün mikrodalga aşamasındayız. Bir zamanlar sıcak, görünür olan ışık, 13,8 milyar yıllık genişlemenin ardından şimdi 270,42°C'lik, soğuk mikrodalga ışığa dönüştü.

Bunun kavranmasıyla Büyük Patlama teorileri birdenbire şaka olmaktan çıktı.

İyi ama bu teorilerin anlamı ne? Evrenin son saçılma yüzeyinde oluştuğunu mu söylüyorlar?

Hayır.

Son bölümde Dünya'dan bakarak görünür evrenimizin sonunda gördüğümüz yüzeyin, Dünya üstünde olmayan gözlemciler için anlam taşımadığını gördünüz. Onların kendi yüzeyleri var çünkü.

Peki, ya bizim için durum ne?

Evren orada yaratılmadıysa ötesinde bir şeyler olmalı.

Ne bulabiliriz orada? Biliyor muyuz? Büyük Patlama mı yoksa?

Bir anlamda, evet.

Yüzeyin ardında yatan şey, Büyük Patlama.

Ama hemen ardında değil.

380.000 yıl öncesinde.

Evrenin saydamlaşmasından 380.000 yıl önce.

Sonradan bizim görünür evrenimize dönüşecek olan son saçılma yüzeyinin ardındaki (ya da ötesinde veya önündeki) şey, maddeden, ışıktan, enerji ve bükülmeden meydana gelen ve giderek yoğunlaşıp ısınan bir çorba gibi tanımlanabilir. Yakında gidip kendiniz göreceksiniz. Ama şimdilik şöyle diyelim: Duvarı aştıktan sonra evrenimizin derin geçmişine ne kadar ilerlerseniz

her şey o kadar aşırılaşır. Fazla ötelere giderseniz etrafınızı kuşatan ortamda size anlamlı gelen hiçbir şey kalmaz. Sonunda uzay ve zaman bile öyle bükülür ki Einstein'ın denklemleri çöker ve olup bitenleri takip edemez hale gelir.

Bu olduğundaysa teorik fizikçiler artık hiçbir şey hakkında hiçbir şeyin söylenemeyeceği bir yere erişirler. Bu an, bildiğimiz anlamıyla uzay ve zamanın doğduğu an olarak düşünülebilir. Kitap boyunca kullanacağımız tanıma göre sözü edilen an, Büyük Patlama'nın kendisinin de ötesindedir.

Bu yere erişip Büyük Patlama'nın ne olduğunu anlamak, Beşinci Kısım'daki göreviniz olacak.

Yedinci Kısım'daysa son yolculuğunuz için daha da öteye, uzay ve zamanın başlangıcının da gerisine gideceksiniz.

Neden mi şimdi gitmiyorsunuz oraya?

E, çünkü şimdilik şöyle bir nefes alıp kendinizi tebrik etmelisiniz.

Ay'a ilk ayak basışınızdan bu yana uzun yol aldınız. Evren hakkında büyük büyük nine ve dedelerinizin hayal bile edemeyeceği gerçekleri öğrendiniz.

Evrenimizin dokusunun uzay-zaman diye anılan bir uzay ve zaman karışımından meydana geldiğini ve bu dokunun sadece içerdiği şeyler tarafından şekillendirilmekle kalmayıp kendi geometrisine ve içeriğine bağlı olarak evrildiğini öğrendiniz.

Görünür gerçekliğimiz gerçekten de büyük bir alana yayılır ama her zaman böyle değildi.

Evrenin bir tarihinin ve 13,8 milyar yıl kadar öncesinde büyük olasılıkla bir başlangıcının olduğunu, bu başlangıcınsa ışık geçirmez bir yüzeyin ardında yer aldığını gördünüz.

Ayrıca evrenin o zamandan bu yana genişlediğini, her dakika giderek büyüdüğünü öğrendiniz.

Tüm bunları çözebildiğiniz için gurur duymalısınız kendinizle.

O halde neden doğruca evrenin başlangıcına gitmiyoruz?

Geçerli bir neden olarak, öncelikle evrenin neler içerdiğini anlamaya çalışmanız gerektiğini söyleyebiliriz. Bu bilgi olmadan,

evrenin en derin sırlarını çözme konusunda herhangi bir şansınız olmaz. Başlangıcı ya da olası kaderi konusunda da öyle...

"Tamam, haydi yapalım o zaman," diye bağırıyorsunuz kendi kendinize, gözlerinizi iri iri açarak.

Tatlı bir gece esintisi geziniyor okyanusun üstünde. Dolunay var. Ay'ın yuvarlak yüzeyi Güneş'ten gelen ışınları yansıtarak, adanızı gümüşi ışıklar ve gölgelerle yıkıyor. Birkaç kaplumbağa, geceyi kumların üstünde geçirmek ve zaman uygunsa belki yumurta bırakmak üzere ürkek adımlarla sudan çıkıyor.

Sizse harika hissediyorsunuz kendinizi.

"Geri geliyorum!" diye haykırıyorsunuz yıldızlara.

Ne var ki yalnız değilsiniz artık.

Arkanızdaki fısıltıların farkına varınca dönüp bakıyor ve arkadaşlarınızın büyük halanızla durumunuzu tartıştıklarını görüyorsunuz.

Gece boyu kumsalda kendi kendinize konuştuğunuzu duyunca adadan dönüş tarihinizi öne almışlar ve en erken uçuşu bulmaya çalışmışlar. Uçağınız birkaç saat sonra kalkıyor. Dinlenmeniz ve valizinizi toplamanız gerektiğini söylüyorlar.

Bağırışlarınız, itirazlarınız, felsefi karşı çıkışlarınız ve özgürlük konusunda attığınız nutuklar para etmiyor.

Evinize gönderiliyorsunuz.

Denizden, kuşlardan ve tatlı esintiden ayrı düşeceğiniz için üzgünseniz size şunu söyleyeyim: Modern bilimsel bilgiler içinde çıktığınız yolculuk daha yeni başlıyor.

Üçüncü Kısım

Hızlı

1 | *Hazırlık*

Duyularımız bizim ölçeğimize, bizim boyutlarımıza, bizim Dünya üstündeki sağkalım mücadelemize uyum sağlamıştır. Gözlerimiz bir meyvenin yenebilecek kadar olgun olup olmadığına, kulaklarımız tehlikeyi duymaya ve cildimiz, buzun soğuğu ile ateşin sıcağına ayarlıdır. Duyularımız kendi çevremizi, bu dünyayı, içinde yaşadığımız bu gerçekliği görmemize, koklamamıza, dokunarak hissetmemize, tatmamıza ve duymamıza izin verir.

Ancak bu gerçeklik, resmin tamamı değildir.

Gezegenimize kıyasla oldukça küçüğüz. Buna karşılık Dünya da, evrende yaptığınız yolculuk sırasında gördüğünüz gibi, kozmosa kıyasla fazla büyük sayılmaz. Dolayısıyla vücutlarımız mütevazı gezegenimizde hayatta kalabilmemiz için kozmosun dört bir yanındaki, bilinen ve bilinmeyen tüm uyarıları algılayabilecek üstünlükte duyular geliştirseydi biraz garip olurdu, değil mi?

Bedenlerimiz bugüne uzanan insanlık tarihi boyunca dünya üstündeki bir insanın gündelik yaşamında atomaltı dünyanın gizemlerini, ışık hızını ve mikrodalgadan X-ışınlarına dek ışığın tüm yelpazesini kavramaya hiç gereksinim duymadı. Hatta aşırı yüksek ya da aşırı düşük iki sıcaklık arasındaki farkı bile ayırt edemeyiz: Her ikisi de ayrıntısını anlamamıza fırsat kalmadan parmaklarımızı eritir ya da dondurur. Sağkalımımız açısından elimizi ateşten çekmek ya da soğuktan korumak çok daha önemlidir.

Limonun hafif asidini dilimizle hissedebilir, yenebilir olup olmadığını anlayabiliriz ama sülfirik asitle hidroklorik asit

arasındaki yakıcılık farkını değerlendiremeyiz: İkisi de dilimizde bir delik açar.

Benzeri biçimde bedenlerimiz uzay-zaman bükülmelerini de neden oldukları dolaysız kütleçekimsel etkiler dışında hissetmez. Günlük yaşantımız açısından tek bilmemiz gereken, emniyetli biçimde yerküremizin üstünde olduğumuzdur.

O halde, duyularımızla algıladığımız dünya, doğası itibarıyla sınırlıdır. Duyularımız dünyaya açılan pencerelerimizdir ama engin bir karanlıklar denizine bakan küçücük lombozlardan öte de değildirler. Üstelik milyonlarca yıldır kendimizden emin, "gerçekliğimiz" diye adlandırdığımız şey hakkındaki sezgimiz sadece ve sadece bu duyusal algıların üstüne inşa edilmiştir.

Ancak durum artık değişti.

Artık duyularımızın ötesini de görebiliyoruz.

Üstelik ötelerde gerçeklik de değişiyor.

Kitabın ilk iki bölümünde uzak mı uzak diyarlara gittiniz. Gökadalar arası boşlukları aştınız hatta evrenimizin büyüklüğüne şöyle bir göz attınız. Newton'ın kütleçekim konusunda evrensel gördüğü şeyin aslında öyle olmadığını keşfettiniz. Kütleçekim, Einstein'ın bize söylediği gibi, uzay-zamanın bükülmesinin bir sonucuydu. Bir kuvvet değil.

Newton bize kelimeleri ve denklemleri kullanarak, duyularımızla algıladığımız dünyanın davranışlarını nasıl tanımlayabileceğimizi öğretti. Einstein ise genel görelilik teorisiyle sizi daha da öteye taşıdı ve onun izinden gitmenizi sağlayan şey, bu defa hayvani duyularınız değildi. Beyninizdi.

Beyninizi kullanarak uzay, zaman, madde ve enerjiyi bir kütleçekim teorisinde birleştiren yasayı keşfettiniz.

Bu sizin ilk "öte"nizdi.

Şimdiyse hiçbir şeyin aşina gelmediği ve hiçbir şeyin —doğa yasalarının bile— kanıksanmadığı yeni kıtalarda gezinen bir kâşif gibi iki farklı "öte"ye geçiş yapmak üzeresiniz.

Bu iki ötenin ilki çok hızlının, ikincisi ve en zenginiyse çok küçüğün diyarı...

İlk başta (hatta sonrasında ve daha sonrasında) ikisi de şüphesiz gözünüze epeyce yabancı görünecek ve inanın, "sağduyunuz" gördüklerinizde bir *yanlışlık* olduğunu haykıracak size. Ama unutmayın: Vücudunuzu meydana getiren maddenin tamamı bu egzotik diyarlara aittir. İşin aslı, tropik adadaki şezlongda uzanırken deneyimlemeye alışkın olduğumuzdan çok daha farklı doğa yasalarına sahip gerçeklikler bizi meydana getiriyor. Her gün algıladığımız gerçeklik ancak çok tuhaf bir mekanizma sayesinde gözümüze her zaman göründüğü gibi görünüyor.

2 | *Garip Bir Rüya*

Pencere kenarındaki 13A koltuğunda oturuyorsunuz. Uçakta yetmiş üç yolcu var. Hepsi normal görünüyor; yanınızda oturan hariç. Onda bir acayiplik var. Adama bakmamaya çalışıyor ve büyük halanızdan ayrı oturmayı talep ettiğinize neredeyse pişman oluyorsunuz. Uçağa birkaç dakika önce bindiniz ama son yolcular sizlerdiniz ve uçak artık havalanmaya hazır. Gidişinizden duydukları memnuniyet yüzlerinden okunan tatil arkadaşlarınız, yerden size el sallıyor. Derin bir iç çekiyorsunuz. Biraz ürktünüz belki ama evrendeki yolculukta eğlenmiştiniz. Eve dönmeye hiç de hevesli değilsiniz.

Motorlar kanatlı aracı ittirerek gökyüzüne, gezegenimizin sadece varlığıyla yarattığı uzay-zaman eğiminden yukarı doğru havalandırıyor. Koltuğunuzda geriye ittiriliyor ve kendinizi normalden ağır hissediyorsunuz. Aslında şu an kütleçekim denen şeyi uçakta değil, Dünya'dan daha güçlü kütleçekime sahip başka bir gezegendeymiş gibi hissediyorsunuz.

Yeni bir gökadalar arası yolculuğun hasretiyle gözlerinizi yumuyor, hayal gücünüzü tam gaz çalıştırıyorsunuz.

Tuhaf ağaçları ve gölleri, ikiz güneşli göğüyle yabancı bir gezegenin güzel manzarası canlanıyor zihninizde. İnsanlığın sadece birkaç yıl içinde, uzak yıldızlar etrafında dönen binlerce gezegeni tespit ettiğini ve bunlardan bir avuç kadarının Dünya benzeri olduğunu anımsıyorsunuz.

Uçak motorlarının uğultusu ninni etkisi yaratarak sizi uyutuyor ve rüyanızda, uzaklarda bir yerde, fütürist bir uçağın içinde, bir gezegenin çift yıldızlı, pespembe göğünden geçtiğinizi görüyorsunuz. Uzaklardan bir ses çalınıyor kulağınıza. Uçağınızın seyir irtifasına eriştiğini ve şimdi eşi görülmemiş bir ivmeyle ışık hızının yüzde 99,999.999.999'una çıkacağını söylüyor.

•

Bir süre sonra, uçağınız inişe geçtiğinde, hostesin sesiyle uyanıyorsunuz. Saatinize göz attığınızda sekiz saattir uyuduğunuzu anlıyorsunuz. Gerinip esniyor, pencere güneşliğini kaldırıyor ve dışarı bakıyorsunuz. Sadece bir Güneş var. Işınları sabah bulutlarından yansıyarak bulutlara, uykuya dalmadan önce hayal ettiğinizden çok da farklı olmayan pembe bir ton katıyor. Ne var ki aşağılarda, yerkürenin görüntüsü hiç de beklendiği gibi değil. Uçsuz bucaksız bir okyanus ufka dek uzanıyor.

Bir dakika içinde yaşadığınız yere iniş yapmanız gerekiyordu ama şimdi tek görebildiğiniz açık bir deniz... Karanlık düşünceler içinizi ürpertiyor... Uçağınız kaçırıldı mı yoksa? Birkaç sıra önünüzdeki büyük halanız da dahil diğer yolcular gayet sakin görünüyorlar, yanınızda oturan adamsa uyuyor. O zaman, hayır, kaçırılma yok.

Ama yine de. Bir gariplik var.

Siz uyurken dünyayı seller mi aldı?

Okyanusların bundan 10.000 yıl kadar önce dünyanın her yerinde bugünkünden çok daha derin olduğunu ve kıtaların büyük bölümünü kapladığını bir yerlerde okumuştunuz. Pencereden bakarak, düşünüyorsunuz. Yoksa zamanda geriye yolculuk yapıp soyu çoktan tükenmiş türlerin yaşadığı seller altındaki Dünya'da mı uyandınız? Düşünceniz sizi gülümsetiyor ama bir terslik olduğu duygusunu da bir türlü üstünüzden atamıyorsunuz.

Görünüşe bakılırsa sekiz saat kadar uyumuşsunuz. Ve yol almışsınız. Şuursuz yatarken sizin ya da uçağınızın başına her şey gelmiş olabilir.

Muhtemelen herkes gibi siz de hayatınız boyunca uyuduğunuz yerde uyanmaya alışkınsınız. Şimdi daha önce hiç uyumadığınızı ve ömrünüzde ilk defa uyuyakaldığınızı hayal edin. Uyandığınızda kafanız epeyce bir karışırdı şüphesiz. İlk iş, evi dışında bir yerde uyanan bazılarımızın hâlâ panikle yaptığı gibi, nerede olduğunuzu ve saatin kaç olduğunu anlamaya çalışırdınız. Aslında ev dışında veya değil, çoğumuz sabahları gözümüzü açtığımızda

saate bakarız. Ender denebilecek durumlardaysa –örneğin, güzel geçen bir partinin ertesinde– bulunduğumuz yeri de kontrol ederiz.

Oysa işin aslı siz de, başkaları da, asla uyuduğunuz yerde uyanmazsınız. Hem de hiçbir zaman. Dünya siz uyurken hareket etmeyi bırakmaz. Geçen her saatle birlikte gökadamızın merkezinde 800.000 km'den biraz fazla yol alır. Tabii onunla birlikte siz de... Bu da gezegenin etrafında yaklaşık yirmi tura denk gelir. Saatte bir. Yatağı yerinden kıpırdamadığı sürece kimse buna aldırış etmez.

Ancak Dünya ya da sadece siz zamanda yolculuk yapsaydınız, o zaman iş değişirdi. Ne var ki mümkün değil. Zamanda yolculuk diye bir şey yok. Yoksa var mı?

Uçağın penceresinden okyanusun ortasındaki kocaman kente bakarken, birden inmekte olduğunuz dünyanın, havalandığınız dünya olmadığını fark ediyorsunuz.

Haliyle paniğe kapılmaya başlıyor ve ayaklanmaya çalışıyorsunuz ama kemeriniz sizi engelliyor ve motor sesi haykırışınızı bastırıyor. Uçuş görevlilerinden birine delice el sallıyorsunuz; kızgınlıkla kaşlarını çatarak sessiz olmanızı işaret ediyor ve mikrofonuna uzanarak herkese alçalma ve iniş esnasında sorun çıkarmanın 2417 yılında bile yasalarca cezaya tabi olduğunu hatırlatıyor.

Gözleriniz bir anda irileşiyor.

Ne yılı dedi?

Az sonra uçağınız suya iniş yapıyor ve mimari yapısı size tamamen yabancı cam gökdelenler arasında ilerlemeye başlıyor.

Boş bakışlarla pencereden bakmayı sürdürürken, yeniden görevlinin sesini duyuyorsunuz. Dünyanın her yerindeki uçuş mürettebatının kullandığı yumuşak ve profesyonel ses tonuyla, kalkışınızdan dört yüzyıl sonra ve planlanan varıştan üç gün önce, 4 Haziran 2417 tarihinde evinize hoş geldiğinizi söylüyor. Saat şu an onu yirmi beş geçiyor ve sabah sisinin az sonra dağılarak yerini parlak, güneşli bir güne bırakması bekleniyor. Yolcuları yirmi birinci yüzyıl ortalamalarının on derece kadar üstünde bir

sıcaklık bekliyor. Future Skies Alliance grubu üyesi McFly Havayollarını seçtiğiniz için size teşekkür ediliyor.

2417.

Akıllı telefonunuza bakıyorsunuz. Sinyal yok. Tipik. Neyse ki saatiniz hâlâ çalışıyor ve görünüşe bakılırsa sekiz saat yol aldığınız izlenimine sahip. 400 yıl değil.

Çok ama çok yanlış bir şeyler var bu işte.

Şaka mı bu acaba? Arkadaşlarınız mı planladı?

Biletinizi çıkarıp kontrol ediyorsunuz.

Herhangi bir hata yok; oturduğunuz yere giden bir uçuş.

İlaç vermiş olabilirler mi size?

Daha da beteri: Bütün bunlar gerçek olabilir mi?

Havaalanında sizi bekleyen bir alacak tahsildarı 400 yıllık ödenmemiş kiranızı istemeye kalkar mı? Ya geçenlerde çıkmak için planlar yaptığınız kişi ne olacak? Bir de buzdolabında bıraktığınız süt var. Gündelik hayatla ilgili önemli sorular kafanıza hücum ederek başınızı döndürüyor.

400 yıl gelecektesiniz.

Peki, kimin geleceği bu? Sizinki olmadığı kesin; vücudunuz kalkıştan beri geçen sekiz saat içinde yaşlanmış görünmüyor. Dostlarınızla ailenizin geleceği mi o zaman? Az önce iniş yaptığınız şehir hiçbir bakımdan yaşadığınız yüzyılın şehir ya da kasabalarını andırmıyor.

Zaman, uçağın dışında gerçekten de siz uyurken ileri alınmış gibi görünüyor.

Ama bir dakika...

Uçağın *içindeki* zaman ileri gitmezken, *dışındaki* zaman nasıl gidebilir?

Kulağa çok saçma geliyor.

Ama olan bu aslında.

Sorumlusuysa uçağınızın olağanüstü hızı.

3 | *Kendinize Ait Bir Zaman*

Hız her şeyi değiştirir. Uzay ve zamanı bile.

Uzayda çok büyük bir hızla hareket eden bir saat, tropik bir adada ağır ağır gezinirken bileğinizde duran saatle aynı oranda ilerlemez. Evrensel saat diye bir şey, evrenimizin dışında durup bir şekilde aynı anda evrenin içindeki her şeyin hareketini, evrenin evrimini, yaşını ve benzeri şeyleri ölçebilen adeta ilahi bir saat yoktur.

Az önce uçakta başınıza gelen, bunun bir göstergesiydi.

İnsan olarak deneyimlediğimiz zaman, görünüşe göre hepimiz için aynıdır –"evrensel"– ama onu bu şekilde deneyimlememizin nedeni, ışıkla karşılaştırıldığında hiçbirimizin (savaş uçağı pilotlarının bile) diğerimizden çok daha hızlı ya da çok daha yavaş hareket edememesidir. Saatçiler için büyük şans tabii...

Ancak duyularımız algılayamasa da gerçek şu ki gezegenimizde bulunan tüm insan, hayvan ve nesnelere, kendilerine ait bir saat atansaydı, herkesin saati birbirine göre farklı olurdu. Hepimizin kendimize özgü bir saati vardır. Einstein kütleçekim teorisini, bir önceki bölümde anlatılan genel görelilik teorisini yayınlamadan on yıl önce anlamıştı bunu.

Kimse onu istemediği için hiçbir üniversitede kendine görev bulamadığından, yirmi küsur yaşlarındaki Einstein o sıralar Bern'de patent görevlisi (aslında asistanı) olarak çalışıyordu. Ama bu, onu aklını kullanmaktan ve düşünmekten alıkoymadı.

Patent başvurularını değerlendirmekten arta kalan zamanında, dünyanın hareket eden cisimlere, hızlarına bağlı olarak nasıl göründüğünü hayal etmeye çalıştı. Amacı, hareket eden cisimler için bir teori geliştirmekti. Henüz kafasını kütleçekime

takmamıştı. Evrenin bütününe de. Sadece cisimlerin evren içinde hareket etmeyi nasıl başardıklarıyla ilgileniyordu.

1905 yılında, henüz yirmi altı yaşındayken çalışmalarını yayımladı ve bilim camiası çok geçmeden adı sanı duyulmamış birinin İsviçre Fikri Mülkiyet ofisinde bir yerlere saklanmış masasından sıra dışı iddialarda bulunduğunu fark etti: Saatler her zaman aynı hızla ilerlemiyordu. Tik-takları aslında birbirlerine göre nasıl hareket ettiklerine bağlıydı.

Daha da iyisi, kimsenin bilmediği bu gencin teorisi sayesinde, iki yolcunun birbirleriyle göreli hızlarından dolayı deneyimlemeleri beklenen gerçek zaman farkı da öngörülebiliyordu.

Bu teorinin adı, *özel görelilikti*.

Gelin, ikizleri canlandıralım zihnimizde.

Genelde çift geldiklerinden, iki kişiler. Haliyle.

Einstein'ın çalışmasının yayımlanmasından iki yıl sonra Fransız fizikçi Paul Langevin, özel göreliliği kullanarak bir hesap yaptı. Bu hesaba göre ikizlerden biri roketle Dünya etrafında ışık hızının yüzde 99,995'i bir hızla altı ay boyunca dönerse Dünya'da kalan ikizin, uzaydaki kardeşini yeniden görebilmek için elli yıl beklemesi gerekiyordu. Dolayısıyla Einstein'a göre roketle gidenin geçirdiği altı ay, Dünya'da kalanın ve tabii tüm insanların, elli yılına denk düşüyordu. Gezegenimiz uzaydaki ikizin yolculuğu süresince Güneş'in etrafında elli defa dönmüş oluyordu. Kardeşler ikiz oldukları halde sonunda yaşları farklı oluyordu; biri diğerinden kırk dokuz yıl altı ay büyük olacaktı. Oldukça şaşırtıcı bir iddia.

Metal çubuğu ısıttığınızda genişler ve uzar. Buna *genleşme* denir. Isıyı doğru ayarlarsanız, örneğin, çubuğun üstünde durduğu örs yerine, sadece çubuğun genleşmesini sağlayabilirsiniz. Diğer bir deyişle, çevre ortam etkilenmez.

Einstein'ın özel göreliliğine göre "zaman" söz konusu olduğunda da her defasında benzeri bir fenomen gerçekleşir. Işık hızının yüzde 99,995'i bir hızla ilerleyen bir roket ya da yüzde

99,999.999.999'u bir hızla uçan uçak söz konusu olduğunda, hızlı hareket eden, hem roket hem uçak hem de onun içindekilerdir. Çevre ortam değil. Bu yüzden de çevrelerini kuşatan dünyaya kıyasla aşırı hızlarından sadece ve sadece kendi zamanları etkilenir.

Langevin'in ikizlerinin deneyimlediği ve aslında sizin şu aşırı hızlı uçakta giderken deneyimlediğiniz, bilim insanlarının *zaman genleşmesi* dediği şeydi. Yolculuğun hızı arttıkça zaman genleşmesi de o kadar belirginleşir.

Son derece tuhaf bir olay.

Ancak Einstein'ın geliştirdiği özel görelilik, kabullenmesi daha da zor bir şeyi ileri sürüyordu. Buna göre zamanınız genleşme geçirirken, varlıkların uzunluğu azalıyordu...

Bu fenomen gerçekleştiğinde siz uçakta derin uykuda olduğunuzdan, izninizle çok hızlının diyarında size yeni bir yolculuk önermek istiyorum.

Az sonra akıllara durgunluk veren ivmelerle yol alırken, gerçekliğimizin neye dönüştüğüne tanıklık edeceksiniz.

O yüzden gelin şimdilik uçağınızı hatta kütleçekimi unutalım.

Kendinizi uzay giysisiyle Dünya'da hayal edin ve sırtınıza bir çift roket tutturulduğunu düşünün. Yakıtı asla bitmeyen roketler. Mevcut hayatınıza veda ediyor ve havalanmaya hazırlanıyorsunuz. Uzaya doğru.

Haydi, havalanın; yolunuza başıboş uzay taşları çıkmasın.

Şimdi evrenin geçmişine yolculuk yapan bir zihin değil, geçen defaki gibi hem zihin hem de bedenden ibaretsiniz ve sırf eğlencesine, uzay boşluğunda geziniyorsunuz.

Uzaya çıktınız bile.

Saatinize bakıyorsunuz.

Her zaman ilerlediği gibi ilerliyor. Her saniye, bir saniyelik süre geçiyor gibi görünüyor; artık o da her ne demekse...

Geride bıraktığınız Dünya sizden giderek uzaklaşıyor ama tepesinde dev bir saat, nerede olursanız olun bakabileceğiniz, örneğin büyük halanızın evinde vaktin geçişini, zamanı, günü ve yılı gösteren bir saat durduğunu hayal edin.

İticileriniz çok güçlü.

Işık hızının yüzde 87'sine ulaştınız.

Bileğinizdeki saate ve vücudunuzdaki hücrelere göre hâlâ her saniye bir saniye daha geçiyor ama etrafınızdaki her şey, acayip çarpıklaşmaya başlıyor.

Dönüp dünyanın tepesindeki saate bakıyorsunuz.

Sizin saatinizde bir saniye geçerken, gezegeninizde iki saniye geçiyor.

Tüyler ürpertici.

Yaşlanma hızınız Dünya'da bulunanlara kıyasla yarıya indi. Ancak sizin algınıza göre bir saniyenin geçmesi daima bir saniye sürüyor. Asıl Dünya'nın saati daha hızlı ilerliyormuş gibi görünüyor.

İlerlemeye devam ediyorsunuz.

Şimdi ışık hızının yüzde 98'iyle hareket ediyorsunuz.

Dünya'da beş saat geçerken, sizin için şimdi bir saat geçiyor.

İleriye, uzak gökadalara doğru bakıyorsunuz.

Ne gariptir ki daha göz kırpmalık bir süre önce muazzam uzaklarda görünen tüm o parlak ışık lekeleri artık hiç de o kadar uzak görünmüyor. Sanki gökadalar sıçrayıp yaklaşmışlar. Tam söylemek gerekirse beş kat yaklaşmışlar.

Tabii mümkün olamaz böyle bir şey.

Saatinize ve takimetrenize (arabalardaki gibi hız ölçen bir aygıt) bakıyorsunuz. Şu an ışık hızının yüzde 99,995'iyle uçuyorsunuz. Langevin'in ikizlerden birinin roketine verdiği hız. Hâlâ bindiğiniz uçak kadar hızlı değil ama ışık hızının yüzde 99,995'inde bile Dünya'daki saatler sizinkinin 100 katı hızlı ilerliyor. Gezegeninizde geçen tam bir gün ve bir gece sizin için sadece bir dakika yirmi altı saniye sürüyor. Sizin bir yılınız, büyük halanızın evinde bir yüzyıla denk şimdi. Milyonlarca ışık yılı ötede olması gereken o uzak gökadalarsa nasıl olduysa birden yaklaşıvermiş. Hepi topu birkaç saatlik bir yolculuğun ardından *bu kadar* yaklaşmış olamazlar herhalde!

Ama yaklaşmışlar işte.

Yüz kat yakınlar.

Size olan mesafeleri, saatinizin Dünya'ya kıyasla yavaşladığı miktar kadar azaldı.

Ancak bu evrenin genişlemesi gibi bir şey değil. O genişleme, baktığınız her yönde gerçekleşen bir şey.

Burada ise durum farklı. Sadece yolculuk yaptığınız yönde gerçekleşiyor.

Üstelik de *sadece ve sadece size* bağlı.

O yüzden evreni unutun. Sadece kendinizi düşünün ve gördüklerinize odaklanın.

Sağınızda ve solunuzda hiçbir şey değişmişe benzemiyor. Yukarınız ve aşağınız için de aynısı geçerli. Orada da uzak gökadalar, hâlâ hızlanmaya başlamanızdan önce bulundukları yerdeler. Ama gittiğiniz yönde, önünüzde duran gökadalar için durum kesinlikle farklı. Yüzünüzü tekrar onlara döndüğünüzde işin içinde bir bit yeniği olduğundan şüpheniz kalmıyor. Genleşmeye tabi tek şey zaman değil, uzunluklar ve mesafeler de sanki... Kısalmış? Çekmiş?

Evet, kesinlikle öyle görünüyor. Tüm evrene adeta –yanınızda değil ama– önünüzde uzanan mesafeleri çarpıtarak kısaltan bir büyüteçle bakıyorsunuz.

Saatinize göz atıyorsunuz.

Hâlâ saniye başı bir saniye ilerliyor. İvmeniz hâlâ artmayı sürdürüyor ve her şey giderek daha da çarpılıyor. Doğal olarak aklınız karışıyor, korkuyorsunuz ve olağanüstü uzakta olmasını beklediğini Dünya'ya dönebilmek için bir U-dönüşü yapıyorsunuz... Ama Dünya hemen oracıkta! Başınızı çevirip baktığınızda az önce yöneldiğiniz gökadaların şimdi yine eski yerlerinde olduklarını görüyorsunuz: Olağanüstü uzaklarda! Bu akıl almaz hızda ne yöne giderseniz gidin, diğer yönler hiç değişmezken, gittiğiniz doğrultuda önünüzdeki her şey, ne kadar uzakta olursa olsun, bir taş atımlık mesafede görünüyor...

Birkaç dakika sonra, aklınız hâlâ allak bullak, Dünya etrafında çılgın bir hızla dönen Uzay İstasyonu'nun yanından hızla geçiyorsunuz. Saatinize bakıyorsunuz: Hâlâ saniyede bir, bir saniye ilerliyor... Bir astronotun yanından geçiyorsunuz ve

hareketlerinin 100.000 kat hızlandığını görüyorsunuz. Kadının kolundaki saatin akrep ve yelkovanı deli gibi dönüyor. Onun zamanı ile kendinizinki arasındaki farkı görüyorsunuz! *Onun hayatının ilerleyişini görüyorsunuz*. Onun saatinde on saat geçtiği halde sizde saniyenin çok küçük kesri kadar bir süre geçiyor... Onun hareketleri de kendi zamanıyla uyumlu... Uzay istasyonu da, Dünya ve etraftaki her şey de öyle... Sizin roketlerinizse hâlâ son güç çalışarak sizi Dünya'nın yanından hızla geçiriyor. Hızınız giderek artıyor. Sonsuzluğa doğru ve...

Sizin zamanınızla yarım saniye geçti ama astronot Dünya'ya döndü ve birkaç göz kırpmalık zaman sonra öldü. Çocukları büyüdü, onların da çocukları oldu. Dünya dönüyor ve binlerce gün, gece, yıl geçiyor. Sizse artık hiçbir şey göremeyecek kadar uzaktasınız.

Sizin için birkaç saniye geçiyor.

Hızlanmaya devam ediyorsunuz.

Dünya'ya dönmenin bir anlamı yok artık. Dönerseniz öyle uzak bir geleceğe gideceksiniz ki kendinizi antika gibi hissedeceksiniz ve şüphesiz öyle muamele göreceksiniz.

Önünüzde uzanan evren gitgide daha yakın ve daha yassı görünüyor.

Yan taraflar ise hâlâ aynı. Sadece ileride, yolculuk ettiğiniz yönde çarpılmalar oluşuyor.

Hızlanmaya devam ediyorsunuz.

Işık hızına giderek yaklaşıyorsunuz ama yine bir gariplik var: Roketleriniz şu ana dek sizi uzay ve zamanda memnuniyetle hızlandırırken, son anlarda hızınız fazla artmıyor.

Onun yerine roketinizin enerjisi sanki... Kütleye dönüşüyor.

Evet, eminsiniz artık. Her dakika ağırlaşıyorsunuz.

Roketler yılların diyetini mahvediyor.

Kimin aklına gelirdi?

Şimdiye dek başınıza gelenler içinde en çok bundan rahatsız olarak "DUR!" diye haykırıyorsunuz ve her şey donuyor.

•

Yukarıda bir yerlerde, uzayın derinliklerinde, büyük olasılıkla milyonlarca yıllık bir gelecekte, süzülüyordunuz ama birden donup kaldınız. Neyse ki evrenin geri kalanı da dondu. Hiçbir şey hareket etmiyor.

Biraz dinlenebilirsiniz.

Güzel.

Şimdi gelin, az önce yaptığınız yüksek hızlı yolculuğun sağduyuya aykırı üç yönünü ele alalım.

Birincisi, zaman sizin için, Dünya'daki birine, hatta astronota (zamanı büyük halanızın evinin tepesine asılı saatle birebir denecek kadar benzeştiği için ikisini aynı sayabiliriz) kıyasla farklı aktı. Astronotla kollarınızdaki mekanik saatler hiçbir şekilde aynı oranda ilerlemedi ve siz hızlandıkça aradaki fark belirginleşti. İlk değişim işte buydu. Evet, katılıyorum, tuhaf ama öyle işte.

Deneyimlediğiniz ikinci şey, önünüzde uzanan mesafelerin kısalmasıydı: Hızlı ilerlemediğiniz sırada çok uzakta görünen şeyler, hızlı ilerlediğinizde çok yakınlaştı. Kabul, bu da tuhaf. Ama yine de doğru. İsmiyse *uzunluk büzülmesi*.

Üçüncüsüyse en sonunda kütlenizin giderek artmasıydı. Sinir bozucu olduğu kesin ama diğer ikisi kadar da beklenmedik bir şey değil. Ne de olsa artık $E=mc^2$ olduğunu biliyorsunuz. O yüzden gelin, hızlı yolculuğun bu yan ürününe hemen bir bakalım.

Kütlesi olan hiçbir şey, bırakın aşmayı, ışık hızına ulaşamaz bile. Yasa böyle. Dolayısıyla kütlesi olan herhangi bir şey ne kadar hızlanırsa kütlesinin ivme kazanması o kadar zorlaşır. Bunun pratikte ne anlama geldiğini görmek için yine uçtuğunuzu hayal edin. Öyle hızlı gidiyorsunuz ki takimetrenize saatte bir kilometrelik bir hız daha ekleseniz ışık hızına ulaşacaksınız.

Ardından cebinizden bir tenis topu çıkarıyor ve ileriye doğru fırlatıyorsunuz. Amacımıza uysun diye, diyelim ki topu saatte 20 kilometre hızla fırlatıyorsunuz.

Dünya'da gayet kolay olurdu. Ama şimdi değil. Hatta imkânsız. *Hiçbir* şey ışıktan hızlı hareket edemez. Bu yüzden de siz ışık hızından saatte sadece bir kilometre eksik hızla ilerlerken, topunuz saatte 20 kilometre daha hızlı *gidemez*.

O topu fırlatmanıza engel olacak herhangi bir şey yok, doğru ama top ışık hızından hızlı gidemiyorsa siz onu önünüzdeki boşluğa savurduğunuzda başka bir şeyin değişmesi gerek. Sorunun yanıtı eksi dostumuz $E=mc^2$'de gizli. İleri fırlatarak topa fazladan verdiğiniz enerji, hıza dönüşemeyeceği için kütleye dönüşür.*

Kütlenin (örneğin, yıldızlarda) enerjiye dönüşebildiğini biliyordunuz zaten. Burada da tam tersi bir fenomenin örneğiyle karşılaştınız; enerji, kütleye dönüştü. Şimdi toparlayabiliriz: Az önce Einstein'ın özel görelilik teorisi sayesinde haykırıp her şeyi dondurmadan önce neden giderek ağırlaştığınızı öğrendiniz.

Şimdi de yüksek hızlı yolculuğunuzun diğer iki problemine dönelim: Zaman genleşmesi ve uzunluk büzülmesi.

(Ben dahil) çoğu insan evrensel zamanın olmaması olgusu karşısında hem şaşırır hem de büyülenir. Küçücük gezegenimiz üstündeki milyonlarca yıllık evrimin şekillendirdiği sağduyumuz, bu fikir karşısında sezgisel bir isyana kapılır. Üzerimizdeki ve çevremizdeki etkilerini görebildiğimiz halde zaman fazlasıyla soyut bir kavramdır; tamamen görünmez bir şeyin elle tutulamaz bir akışıdır. Dolayısıyla tüm tuhaflığına karşın onun bir zamanlar sanıldığı kadar sorunsuz olmadığı fikriyle de pekâlâ baş edebiliriz.

Öte yandan uzay, aşina olduğumuzu düşündüğümüz bir şeydir. Oysa yanılıyoruz. Aşina değiliz.

Bir metre daima bir metredir, değil mi?

Pek değil. Kimin baktığına göre değişir.

---

* Daha net söylemek gerekirse böyle olağanüstü hızlarda Einstein denklemi bazı düzeltmeler gerektirir (ve bunu keşfeden de Einstein'ın kendisidir) ama fikir temelde aynıdır.

Uzay ve zaman birbiriyle bağlantılıdır: Zaman değişirse mesafeler de değişmek zorunda kalır.

Neden *zorunda*, diye mi düşünüyorsunuz?

Zaman genleşiyorsa neden mesafeler ve uzunluklar *büzülmeli*?

Yanıt doğanın mutlak ve aşılmaz hız sınırında yatıyor: Işık hızı.

Mesafeler büzülmeseydi bu hızı çoktan ihlal etmiş olurdunuz.

Işık uzayda yaklaşık saniyede 300.000 kilometre hızla yol alır.

Işık hızının yüzde 87'siyle uçuşunuzu izleyen Dünya'daki bir gözlemci, kendisinin bir saniyelik süresinde sizi 260.000 kilometre yol alırken görür.

Ne var ki bu kadar hızlı uçarken deneyimlediğiniz saniyelerin, şimdi gözlemcininkinden farklı olduğunu anımsamalısınız. Işığın yüzde 87'si bir hızla giderken sizin bir saniyeniz Dünya'daki *iki* saniyeye eşittir – ve bu iki saniyede Dünya'daki gözlemci sizin 520.000 kilometre yol aldığınızı görür. Bu da, bir saniyede aldığınızı gördüğü mesafenin iki katıdır.

Bir gariplik yok, değil mi?

Yanlış. Çünkü *onun* iki saniyesinde siz 520.000 kilometre yol almış olsanız da, sizde sadece *bir* saniye geçti.

Bu da sizin açınızdan saniyede 520.000 kilometre demek.

Işık hızı saniyede 300.000 kilometre olduğunda göre böyle bir durumda evrensel rekorları altüst etmiş olurdunuz...

Oysa bu yasak. Polisten değil, doğadan gelen bir yasak. Unutmayın: *Hiçbir* şey ışık hızından hızlı gidemez. Yirminci yüzyılın başlarında ışığın uzayda daima bu hızla (ne daha az ne daha çok) yol aldığı fikri ve olgusu pek çok deneyle sağlamlaştırılmıştı. Newton kendi dünya görüşüyle bu durumu asla açıklayamazdı. Ama Einstein açıkladı. Kendi dünya görüşüyle.

Einstein'ın hareketli cisimler için geliştirdiği özel görelilik teorisine göre zamanlar ve uzaklıklar öyle bir biçimde genleşmeli ve büzülmelidir ki her kim izliyor olursa olsun, hiçbir cisim hiç kimsenin bakış açısından, ışık hızı sınırını geçememelidir.

Dünya'daki bir gözlemcinin zamanı, sizinkinin iki katı hızlı mı akıyor? O halde sizin aldığınız yol, sizin bakış açınızdan, gözlemcinin gördüğü miktarın yarısı kadardır.

Işık hızının yüzde 87'siyle uçarak her saniye 520.000 kilometre *değil*, 260.000 kilometre gidersiniz. Dünya'daki bir gözlemciye bir kilometre gibi görünen mesafe sizin için aslında yarım kilometredir.

İster siz ister başkası; her kim ölçerse ölçsün, hızınız daima aynıdır.

Hız, gözlemciye bağlı değildir. Sadece zaman ve uzunluk bağlıdır.

Daha hızlı uçtuğunuzda uzak gökadalar size çok daha yakın göründüyse nedeni size daha çok *yaklaşmış* olmalarıdır. Üstelik bu sadece mesafeler için geçerli değildir: Cisimlerin kendileri de hızla birlikte büzüşür. Birlikte hareket etmeyen herkesin gözünden herhangi bir roket ve içindeki tüm yolcular büzülür. *Siz* bile büzüldünüz. Işık hızının yüzde 87'sinde yumruğunuz önde, Süpermen misali uçarken, Dünya üstünden ölçen biri için uzunluğunuzun yarısı kadar kısaldınız. Yanınızda uçan biri, mezurası da kısalacağından, bunu fark edemez...

Tüm bunlar sabit, sonlu ve aşılmaz ışık hızını kabul etmenin bir sonucudur.

Bunların tamamı Einstein'ın 1905 tarihli özel görelilik teorisinde sonuca bağladığı konulardır. Teori (istisnai) yüksek hızlarda yolculuk yapmayı düşünen herkes için doğanın belirlediği kuralları ortaya koyar.

Tuhaf mı? Evet.

Sağduyuya aykırı mı? Kesinlikle.

Ama doğanın işleyişi böyle.

Peki, ya kütleçekim? Bir süreliğine kasten unuttuk onu. Ama evrenimize ilişkin gerçekçi bir bakış açısı edinmek istiyorsak şimdi yeniden ele almamız gerek. İşte bu yüzden az sonra

uzay-zamandan meydana gelen dokusu, enerjik içeriğiyle etkileşime giren ve o içeriğin etrafında bükülerek kütleçekim yaratan bir evrende hızlı yolculuğunuza devam edeceksiniz.

Size dönüyoruz.

Uzayın derinliklerindesiniz. Her şey hâlâ donmuş durumda.

Dünya ardınızda, uzaklarda kalmıştı. Gördüğünüz astronot uzun zaman önce ölmüş ve gömülmüştü. Sizse şimdi çok daha yakın görünen uzaklardaki gökadalara doğru hızla ilerliyorsunuz.

Şunları hatırlayalım: uzay ve zaman, evrenimizin dokusu, uzay-zamanın ayrılmaz birer parçasıdır. Kütleçekim o dokunun, kendi içerdiği herhangi bir formdaki enerji tarafından bükülmesinin yarattığı bir etkidir ve kütle, aynı zamanda enerjidir.

Yolculuğunuzu dondurduğunuzda giderek ağırlaşmaktaydınız.

Şimdi tabloyu yeniden canlandıralım.

Hazır mısınız?

Yeniden uçuyorsunuz.

Vücudunuz olağanüstü hızlı hareket ediyor, iticileriniz de sizi hâlâ büyük bir güçle ileri doğru ittiriyor. Ağırlığınız gitgide artıyor ve kütleçekim yeniden resme dahil olduğu için giderek artan kütleniz, etrafınızdaki uzay-zamanı giderek daha çok büküyor.

Şimdi vücudunuz küçük bir dağ kütlesine sahip.*

Yanından geçtiğiniz kayalar, yarattığınız eğimin içine düşmeye başlıyorlar ve çok geçmeden üstünüze bile düşmeye başlayacaklar.

Çarptıkları zaman canınızı acıtıyorlar ama sizin hacminiz artmadan kütleniz giderek arttığı için öncekinden daha yoğunsunuz. Kayalar bu yüzden çarptıklarında küçücük parçalara ayrılıyorlar.

---

* Kütleleri dağ kütlesine erişmeyebilir ama dünyanın dört bir yanındaki parçacık hızlandırıcılarda hızlandırılan parçacıkların başına gelen tam da budur: Işık hızına erişmek yerine, kütle kazanırlar.

Gitgide daha fazla enerji toplayarak, Dünya'nınki kadar bir kütleye erişiyorsunuz.

Yolculuğunuz sırasında büyük kayalar, hatta küçük gezegenler yakaladınız. Şimdi hepsi etrafınızda dönüyor.

Artık öyle ağırsınız ki vücudunuzun etrafındaki uzay-zamanda yarattığınız bükülmelerin keskinliği yüzünden, gördüğünüz evren her yönde çarpıklaşıyor. Sadece ilerlediğiniz yönde değil. Buysa artık hıza değil, kütleçekime, uzay-zamanın bükülmesine, kendi içinizde topladığınız enerjiye bağlı. Bu enerji yüzünden evrenimizin dokusunda birbirine dolanmış uzay ve zaman, baktığınız her yönde öyle bükülüyor ki evren çarpılmış ve hızlanmış gibi görünüyor. Zamanınız şimdi sanki evrendeki tüm saatlerden daha yavaş.

Şimdi beş Dünya kadar bir kütleye eriştiniz ve bu kütlenin tamamı vücudunuza yoğunlaştırılmış durumda. Doğal olarak kolunuzu kaldırmakta ya da herhangi bir yerinizi kıpırdatmakta zorlanıyorsunuz. Hatta artık hiç hareket edemiyorsunuz.

Açıkçası yerinizde olsam orada dururdum.

Neden mi?

Çünkü kendi vücudunuzda giderek daha fazla enerji biriktirerek, er geç bir karadeliğe dönüşeceksiniz.

Hiç de iyi bir fikir değil.

Ne yazık ki şimdiden hareket edemeyecek kadar ağırsınız, bu yüzden de roketleri durduracak gizli bir düğme var mı, kontrol bile edemiyorsunuz.

Elleriniz yanlarınıza adeta yapışmış, resmen kendi içinize çökmeye başlıyorsunuz ve...

"DUR!" diye haykırıyorsunuz, panikle. Kendinizi bir anda yeniden uçakta, pencerenizin yanında buluyorsunuz.

Yanınızdaki acayip adam size bakıyor.

İfadesine bakılırsa sesinize uyanmış.

Adamın tuhaflığına şüphe yok ama şu an için muhtemelen siz daha tuhaf görünüyorsunuz.

Belli belirsiz "pardon" diye mırıldanarak, pencereye dönüp dışarı bakıyorsunuz.

Gün ağarıyor.

Fütürist şehrinize inişe dair herhangi bir emare yok.

Uzak gökadaların olmaları gerektiğinden yakında olduklarına dair emare yok.

Etrafınızda dönen küçük gezegenler yok.

Sadece uçakta gidiyorsunuz.

Saatinize bakıyorsunuz.

Sekiz saattir havadasınız.

Yanınızdaki tuhaf adam, "Neden öyle bağırdığınızı sorabilir miyim?" diyor.

Sizse buna karşılık gözlerinizi iri iri açarak, "Neredeyiz? Hangi yıldayız?" diye soruyorsunuz.

"Pardon, anlaya..."

"Hangi yıldayız?" diye üsteliyorsunuz, gergin bir tavırla.

"2017!" diyor adam, tepkiniz onu biraz eğlendirmiş gibi.

Uçuş görevlisi uçağın alçalışa geçtiğini anons ederken, siz her şeyin bir rüya olduğunu, geleceğe uçmadığınızı, hâlâ burada, beton yolları ve kiremit cepheli binalarıyla yaşadığınız sevgili şehrinizin yolunda olduğunuzu anlıyorsunuz.

Görevli, dışarıda sıcaklık 12°C ve sabah sisi öğlen saatlerinde dağılacak, diye anonsa devam ediyor.

2017.

İçiniz rahatlıyor.

Ne acayip rüyaydı ama.

4 | *Hiç Yaşlanmamanın Yolu*

Az önce deneyimlediğiniz basit bir düş ürünü değildi.

Çok çok hızlı hareket etmeniz halinde evrenin nasıl görüneceğine gerçekten de göz attınız. Bilim insanları, deneyimlediğiniz ve tuhaf etkileri görmezden gelinemeyecek büyüklükteki hızlara *göreli hızlar* derler. Az önce rüyanızda gördüğünüz şeylerin tamamı doğa yasalarına uygundu çünkü günümüzde görelilik bakış açısıyla değerlendiriliyorlardı.

Şimdiye dek kimse o hızlara ulaşamadı elbet ama etrafımızı kuşatan parçacıklar ulaşıyorlar. Aslında hep öyle yapıyorlardı. Ama Einstein'ın bu muhteşem fikirleri geliştirdiği 1905 yılında parçacıkların nasıl davrandığını kontrol etmek zordu.

Özel görelilik teorisinin yayımlanmasından ancak altmış altı yıl sonra Amerikalı iki bilim insanı, Joseph Hafele ve Richard Keating, Einstein'ın öngördüğü tuhaf zaman genleşme etkilerini saptayabilen bir deney gerçekleştirdi.

1971'deyiz.

Hafele ve Keating üç atom saati edinmişlerdi. Gelmiş geçmiş en iyi saatlerdir bunlar. Birbirleriyle senkronize edildikleri anda olağanüstü bir hatasızlık düzeyini korumayı sürdürürler. Milyonlarca yıl sonra bile saniyenin milyarda birinden fazla şaşmazlar. Gerçekten çok ama çok güvenilir saatlerdir.

İşte Hafele ve Keating'de bunlardan üç tane vardı. Senkronize edilmişlerdi.

Bilim insanları, saatleri bir havaalanına götürdüler.

Bir tanesini havaalanı lobisinde yere koydular ve diğer ikisi için iki ticari uçakta basbayağı yer ayırttılar.

Yolcuların tepkisini düşününce bile gülesim geliyor doğrusu...

Neyse, ardından iki uçak da havalandı. Biri Doğu, diğeri Batı

yönünde Dünya'nın etrafında döndükten sonra kalkış yaptıkları havaalanına inerek Dünya'daki senkronize öteki-ben'e katıldılar. Dünya kendi etrafında Doğu yönünde döndüğünden, Doğu ya da Batı'ya uçmak, uçaklar ve havaalanının birbirlerine kıyasla göreli hızlarında küçük de olsa bir fark yaratır.

Şimdi, doğa eğer sağduyumuza uygun davranıyor olsaydı, uçaklar ne yaparsa yapsın üç atom saati senkronize kalırdı. Tanrı'nın başucunda tuttuğu evrensel saatte bir saniye, bir saniyedir; dolayısıyla saniyede bir, bir saniye geçer. Şimdiye kadar mekanik olsun olmasın, gördüğünüz ya da kullandığınız tüm saatler bu konuda kesinlikle hemfikirdir. İşte bu kadar. Ama... Hayır, bu kadar değil. Doğa sağduyumuza aldırış etmez ve işe bakın ki bu konuda sağduyumuz yanılır. Gündelik saatlerimiz bize bunu söyleyecek kadar duyarlı değildir. Ancak bizim sağduyumuz yanılsa da Einstein'ınki yanılmıyordu.

İki uçak havaalanına indikten sonra Hafele ile Keating üç atom saatinin artık senkronize olmadığını gördüler.

Doğu yönünde uçan uçağın saati, havaalanında kalana kıyasla saniyenin milyarda 59'u kadar geriydi. Batı yönünde uçan ise saniyenin milyarda 273'ü kadar ileriydi.

Üç saat birbirinin yanında kalsa böyle bir uyumsuzluğun olması için aradan 300 milyon yılı aşkın bir süre geçmesi gerekirdi.

Hafele ve Keating'e göre uyumsuzluğun iki nedeni vardı.

İlki hızla, özel görelilikle ilintiliydi: Einstein'ın tahmin ettiği gibi, üç saatin göreli hızlarının gerçekten de küçücük —ama ölçülebilir— bir zaman-genleşmesi etkisi yaratması gerekiyordu.

Ancak diğer nedenin hızlarla değil, kütleçekimle ve Einstein'ın genel görelilik teorisiyle ilintisi vardı: Einstein'a göre tıpkı kauçuk levha üstünde yuvarlanan ağır bir topun etrafını saran kauçuğu, uzağındaki kauçuğa kıyasla daha çok büktüğü gibi, Dünya'nın uzay-zaman üstündeki etkisinin de Dünya yüzeyine yakın yerlerde, uçakların uçtuğu gökyüzünün yükseklerine kıyasla daha belirgin olması gerekir ve bu da nihayetinde zamanın farklı irtifalardaki akışını etkileyecektir.

Birbirinden bağımsız bu iki etki, Hafele ile Keating henüz deneyi yapmadan *önce* hesaplanmıştı.

Üstelik akla yatkınlardı da.

Einstein'ın teorileri neticede Dünya'daki saate kıyasla Doğu yönünde giden saatin, saniyenin milyarda 60'ı kadar geri kalacağını, Batı yönünde gidenin ise saniyenin yaklaşık milyarda 275'i kadar ileri gideceğini öngörmüştü.

Deney, yanılmadığını ortaya koydu.

Söz konusu zaman farkları çok küçük göründüğünden, fazla etkilenmediniz belki. Küçükler, doğru. Ama unutmayın ki uçaklar o kadar hızlı uçmaz ve Dünya da o kadar büyük bir kozmik cisim değildir. Daha hızlı uçar ve/veya uzayda kütleçekimsel bakımdan çok daha güçlü cisimlerin yakınına giderseniz zaman farkı, tıpkı rüyanızda gördüğünüz ışık hızına yakın uçakta olduğu gibi muazzam ölçüde artabilir.

Tahmin edilebileceği üzere, Hafele ile Keating'in deneyinin doğruluk hassasiyeti 1971'den bu yana iyice geliştirildi ve sonuçlar giderek artan bir hatasızlık seviyesiyle doğrulandı. Uzay-zaman gerçekten ne anlama geliyorsa o anlama geliyordu: Uzay ve zamanın bir karışımı.

Evrenimizde saatin ilerleyiş hızı, ona kimin baktığına bağlıdır: Nerede olduğunuza, yakınınızda ne bulunduğuna (kütleçekimle ilgili kısım) ve hızınıza bağlıdır. Yirminci yüzyılın başlarında bu fikir, çok soyuttu. Bugün ise deneysel bir olgu. Hepimizin kabullenmesi gereken bir olgu.

İçinde yaşadığımız evrende zaman ve mesafe evrensel kavramlar değildir. İkisi de gözlemciye, kim tarafından deneyimlendiklerine ve kimin baktığına bağlıdır. İkisi de görelidir. Aksi takdirde ışık hızı ne sabit olurdu ne de sınırlı.

Peki, insanlık tüm bu bilgilerden ne çıkardı? Gündelik yaşamımız değişti mi? Bütünüyle ışıkla ilgili kısmı değişti, evet; hem de çok. Teknolojimiz her çeşit iletim yönteminde bilgi aktarımını sağlamak için hızlı hareket eden parçacıklardan sıklıkla yararlandı. Özel görelilik bunun yanında bizi meydana getiren

tüm maddelerin işleyişini anlamamıza da yardımcı oldu. Yakında göreceğiniz gibi, vücudunuzu oluşturan atomların içindeki elektronlar –ve çok küçüklerin dünyasındaki diğer hemen her şey– gerçekten çok hızlı hareket eder.

Kütleçekim ve uzay-zaman açısından bakıldığında inanılmaz gelse dahi şimdiye dek bu ikisinin ilişkisinden yararlanan sadece tek bir kitlesel pazar aygıtı üretildi: GPS. Telefonunuzdaki ya da arabanızdaki GPS aygıtıyla konumunuzu her kontrol ettiğinizde, uzay ve zamanın Dünya etrafında bükülmesi olgusundan yararlanıyorsunuz. Yüzeye ne kadar yakın bir yerdeyseniz, bükülme o kadar keskindir. Sadece uzayda değil, zamanda da.

GPS aracınızla iletişim kuran uzaydaki uyduların içinde, aracınızı yerelleştiren saatler vardır. Yer ile uydu arasındaki zaman ilerleyişi farkını göz önüne alan bir düzeltme yapılmadığı takdirde konumunuz yanlış çıkar. Gün başına 10 kilometre kadar kayma gösterir. GPS bir işe yaramaz. GPS'ler Einstein'ın özel ve genel görelilik teorileri sayesinde çalışır.

Pekâlâ. Durum bu. Evrenin her yerinde aynı şekilde ilerleyen saat diye bir şey yok.

Evet, ışık hızının yüzde 99,999.999.999'uyla giden rüyanızdaki uçak, Dünya'ya ve üstünde yaşayanlara kıyasla uzayda inanılmaz hızlı ilerledi ve siz 2417 yılına iniş yaptınız. Kendinizi şanslı sayabilirsiniz.

Daha hızlı gitmiş olsaydınız, gelecekte daha da uzak bir zamana varabilirdiniz.

Ne kadar mı uzak? O da yine hızınıza bağlı.

Ancak bir sınır var çünkü hiçbir şey ışıktan hızlı gidemez.

Işık *kadar* hızlı gidebilmek günün birinde mümkün olabilir ama o durumda müthiş bir özveride bulunmanız gerekir: Kütlenizden kurtulmak. Hem de hepsinden. Işık herhangi bir kütleyi taşıyamaz, bu yüzden o kadar hızlıdır. Işık yüksüz yol alır.

"Madde ne gibi bir sorun yaratıyor ki?" diye düşünebilirsiniz.

Kendiniz de yaşadınız: Kütlesi olan her şey, aşırı hızlandığında daha da ağırlaşır. Dolayısıyla ışık hızına erişebilmek için kişinin hiç kütlesi olmaması gerekir.

Olur da kendinizi kütlesiz bir varlığa dönüştürebilirseniz ne olur peki? Zamanınız nasıl akar? İnanılmaz gelse de yanıt şöyle: Akmaz. Yanınızdaki (yine kütlesizleştirilmiş) tüm saatlerin tik-takları durur.

Işık hızında zaman donar.

Tamamen.

Evrende yol alarak bugün bize erişen ışığın yayıldığı anki haliyle birebir aynı olmasının nedeni budur. 13,8 milyar yıllık yolculuğun ardından eskiyip parçalanacak ve en baştaki haliyle en ufak bir alakası kalmayacak kartpostalın aksine, evrende ışık tarafından taşınan imgeler zamanın geçişinden etkilenmez. Görünür evrenimizin en uzak köşelerinden gelen ışığı topladığımızda evrenin o zamanki haline ait resimler elde ederiz.*

Şimdi, kütleli bir varlık olarak, zamanın akışına tabi olmaktan başka çareniz yok. Bu konuda yapabileceğiniz bir şey de yok. Sonsuz olabilmek için kendinizi ışığa dönüştürmeniz gerekir ki bu da mümkün değildir. Ama yapabilseydiniz zaman sizin için akmazdı. Gerçekten sonsuz olur ama farkına varmazdınız.

Ne var ki sonsuz olmanın imkânsızlığına karşın ve kütleli olduğunuz halde (alınmayınız) komşunuzun erişemediği bir geleceğe erişebilirsiniz. Bunun için uçağınız gibi hızlı gitmeniz yeterli. Ya da kütleçekimsel anlamda Dünya'dan çok daha güçlü bir gezegene yerleşmeniz...

Konuyu toparlayacak olursak: Bazılarınızın o veya bu nedenle yaşlanma fikrinden hazzetmediğini ve olabildiğince uzun süre veya

* Gerçi evrenin genişlemesinden kaynaklanan kırmızıya kaymaya bağlı düzeltmelerin göz önüne alınması gerekir. Kozmostan aldığımız resimler, evrenin genişlemesiyle birlikte gerilerek uzar ama yaşlanmazlar.

en azından komşunuzdan çok daha uzun bir süre genç kalmak istediğini biliyorum. Şimdi, çok özel okuyucularım, size şu uyarıda bulunmak isterim: Hızlı koşmaya çalışsanız, Formula 1 sürücülüğü yapsanız hatta Hava Kuvvetleri'nde deneme pilotu olsanız da, işe yaramaz. Hatta ışık hızının yüzde 99,999.999.999'uyla uçan bir uçağa binmeye çalışmanız bile nafile.

Neden mi?

Çünkü *sizin* saatiniz, *sizin* bakış açınızdan hiçbir zaman değişmez.

Sizin bakış açınızdan ve vücudunuzu oluşturan hücreler açısından bir saniye, sonsuza dek bir saniye; bir gün, bir gün; bir yıl da bir yıl olacaktır... Kişisel zamanınız ve yaşlanmanız yavaşlamayacak, siz daha uzun yaşamayacaksınız ve hücreleriniz de hâlâ aynı oranda gelişip bozulacaktır. Bu durum sizinle yolculuk eden herkes için geçerlidir. Hızlı gitmek ya da uzaklardaki çok daha yoğun bir gezegende yaşamak ömrünüzü uzatmaz çünkü yirmi dört saat size hâlâ yirmi dört saat gibi gelir (ve de öyledir). Ancak *diğer insanlar* kendilerinden uzun yaşadığınızı görebilirler.

İçinde bulunduğunuz zamanı ileri sararak başka birinin geleceğine ulaşmanız teorik olarak mümkündür (hatta günün birinde pratikte bile mümkün olabilir)* ama hızlı yol alarak daha uzun yaşamanız mümkün değildir.

Einstein'ın özel ve genel görelilikleri sayesinde, duyularımızla eriştiğimiz ve gündelik yaşamlarımızı sürdürdüğümüz dünyanın çevresini sahiden tuhaf bir dünyanın kuşattığını keşfettiniz. Ancak şimdiye dek gördükleriniz, sağ salim evinize döndükten sonra yaşayacaklarınıza kıyasla devede kulak kalır.

Çok büyük ve çok hızlının dünyasından sonra sıra şimdi de çok küçüğün dünyasına girmeye geldi.

Sihre daha önce inanmıyorduysanız bundan sonra inanabilirsiniz.

---

* Ancak geri dönmek mümkün değildir. Bu yüzden karşınıza fırsat çıkarsa lütfen böyle bir yolculuğa katılmadan önce iyi düşünün.

Dördüncü Kısım

Kuantum Dünyasına Şöyle Bir Dalış

1 | *Bir Öbek Altın ve Bir Mıknatıs*

Büyük halanız gitti. Sırf şu tuhaf görelilik rüyalarınızı konuşmak için birkaç gün daha kalmasını istediniz ama o –beklenmedik biçimde– teklifinizi geri çevirdi. Genel olarak bakıldığında sizi sağlıklı ve sıhhatli bulmuş ve eve dönüşünüzü sağlamada üstüne düşeni yaptığına kanaat getirmişti. Böylece Sydney'e giden ilk uçağa atladı ve neşelenmeniz için getirdiği kristal vazo koleksiyonunu da size emanet etti. Şimdi o Avustralya'da, sizse evinizdesiniz. Kanepenizde... Bir yandan halanızın korkunç vazolarına bakarken, bir yandan da tropik adanızı anımsatması için hediyelik eşya dükkânından aldığınız palmiye ağacı biçimindeki buzdolabı mıknatısıyla oynuyorsunuz.

İşe dönmenize hâlâ bir hafta var; şu vazolardan kurtulmanın çeşitli yollarını bulmak için tam yedi gün... Ama tereddüt ediyorsunuz.

Gerçekliğin gizil yapısında saklı maceralarınızı acaba tamamladınız mı yoksa önünüzde hâlâ erişebileceğiniz yeni kavrayış düzeyleri var mı?

Soruya açık ve net bir yanıt bulamayınca kalkıp kendinize içecek sıcak bir şeyler yapmaya gidiyorsunuz. Kahve hazırlamak için mutfakta dolanırken gözünüze duvardan garip biçimde, hafifçe fırlamış bir kiremit takılıyor. Şaşırarak kiremidi çektiğinizde, geldiğini görüyorsunuz. Arkasında küp şeklinde bir altın durduğunu fark ederek, hayrete düşüyorsunuz. Muhtemelen (epeyce umursamaz) eski kiracılardan biri tarafından saklanmış. Avucunuzun yarısı büyüklüğünde, dolayısıyla küçük bir servet değerinde. Nasıl olup da o kiremidi bugüne dek görmediğiniz bir sır. Ancak mutfakta altın bulmak kadar güzel bir eve dönüş armağanı olmadığından, üstüne fazlaca kafa

yormuyorsunuz. Kahvenizi alıp hin bir gülümsemeyle hazinenize bakıyorsunuz.

Şu ana dek çok büyüğün diyarı kozmosta gezindiniz.

Hızlı, olabildiğince hızlı gittiniz.

Ama çok küçüğün dünyası hakkında, maddenin *neden yapıldığı* hakkında en ufak bir fikriniz yok. Altın küçücük kiremitlerden mi meydana geliyor?

Neden etrafınızı kuşatan maddeler birbirinden bu kadar farklı? Altın niye peynirden farklı? Bizler neden oda ısısında su gibi sıvı değiliz?

Sırıtarak bilimi paranın önüne koymaya karar veriyor ve içinde ne olduğunu anlamak için altını iki eşit parçaya bölüyorsunuz.

Bazı (ama hepsi değil) peynirlerin aksine külçe altının iç kısmı dış yüzeyiyle aynı renge, aynı kokusuzluğa sahiptir ve her şeyi aynıdır. Siz yine de yarılardan birini tekrar ikiye bölüyorsunuz, sonra tekrar ve tekrar... Altınınız giderek küçülürken, deliye dönmüşçesine herhangi bir değişim arıyorsunuz.

Gelin görün ki altının baştan sona her yeri altın.

Bu altın kesme işi sonsuza dek sürecekmiş gibi geliyor size ama hayır, sürmüyor. Yirmi altı ya da yirmi yedi bölme işleminin ardından elinizde, olabilecek en küçük altın parçası kalıyor: Bir kez daha bölerseniz yine bir şey elde edersiniz ama o artık altın olmaz.

En temel miktardaki bu altın, hâlâ altın olmayı sürdüren bu küçücük şey, bilim insanlarının altın *atomu* dedikleri şeydir.

Şunu belirteyim: Bir şeyi yirmi altı defa ikiye bölmek fazla değilmiş gibi görünse de aslında fazladır. Evde yapmakta epeyce zorlanırsınız. Bir fikir vermek gerekirse: Örneğin, bu kitabın bir sayfasını yırtıp yirmi altı defa ikiye katlarsanız yaklaşık 14 kilometre yüksekliğinde bir yığın elde edersiniz. Başka türlü ifade edecek olursak: Yirmi altı defa ikiye katlayarak bu kitabın bir sayfası inceliğinde bir şeye ulaşmak istiyorsanız işe Everest Dağı'ndan yüzde 50 oranında daha yüksek bir dağla başlamanız gerekir.

Öte yandan, tek bir altın atomuna ancak en iyi modern teknolojilerle bakılabilir.*

Peki, ya kurşun, gümüş ya da karbon?

Altın yerine bulacağınız başka herhangi saf bir madde sizi yine aynı sonuca ulaştırır: Avucunuza sığan bir parçayı tekrar tekrar –artı/eksi iki– yirmi altı defa ikiye bölerseniz bir atom elde edersiniz. İşe başladığınız maddeden başka bir maddeye dönüşmeksizin daha fazla parçalanamayan şey... Öte yandan, peynir saf bir madde değildir. Ama *o da* birbirine yapışmış atomlardan meydana gelir. Evrenimizde bildiğimiz tüm maddeler atomlardan meydana gelir.

Peki, atomların kendisi neden meydana gelir?

Henüz bilemiyorsunuz ama içinizden bir ses, daha da küçük bileşenlerden oluştuklarını ve bu küçücük parçaların evrenin her yerinde aynı olduğunu söylüyor. Yakında onların dünyasına yolculuk yapacaksınız ama şimdiden söyleyeyim, saf maddelerin birbirinden çok farklı özellikleri, dolayısıyla herkesin bildiği üzere farklı değerlerinin olmasının nedeni, bu küçücük bileşenlerin bir atomdan diğerine farklılık göstermesidir. Hepsinin benzer yapılanmış atomlardan meydana geldiği mantığından yola çıkarak (değeri yaklaşık 23 sterlin olan) bir kilogram cıvayı (yaklaşık 26.000 sterlin değerindeki) bir kilogram altınla veya (yaklaşık 2,6 milyon sterlin değerindeki) plütonyumla takas etmeye çalışırsanız her komisyoncu mutlaka akıl sağlığınızdan şüphe edecektir.

O halde nedir bu atomlar? Oluşturdukları maddelere birbirinden bu kadar farklı özellik ve şekiller veren nedir? Ve eğer her şey aynı öğelerden yapıldıysa neden tereyağını bıçakla kesebilirken, elması kesemiyoruz?

Beyninize üşüşen tüm bu sorularla, kahvenize süt almak için buzdolabına gidiyorsunuz ve dolaba yapıştırmak için dalgın dalgın palmiyeli mıknatısınızı alıyorsunuz. Ama mıknatıs elinizden kaçıp metalik kapağa yapışınca donup kalıyorsunuz.

---

* İki bölüm sonra bu tür bir teknolojiden haberdar olacaksınız.

Şu ana kadar mıknatıs için böyle bir hareket hiç de şaşırtıcı değildi.

Ama şimdi iş değişti.

Mıknatıslar bunu nasıl yapıyor?

Buzdolabı mıknatısın geldiğini nereden biliyor? Yoksa mıknatıs mı buzdolabının orada olduğunu biliyor? Ya da her ikisi de mi doğru? Sihir mi söz konusu yoksa?

Bildiğiniz kadarıyla şimdiye dek mıknatıs ve buzdolabı arasında herhangi bir alışveriş olduğunu görmediniz. Öyle ürkünç bir el uzanıp ötekini kendine çekmedi.

Ama belki yeterince dikkatli bakmamışsınızdır.

Mıknatısı dolaptan alıp kaba kabartmalı palmiyenin arka yüzüne bakıyorsunuz. Görebildiğiniz kadarıyla koyu yüzeyi dümdüz.

Dikkatinizi yoğunlaştırarak mıknatısı baş ve işaret parmağınızla sıkıca kavrıyor ve yanağınızı buzdolabının kapağına yaslayıp dikkatlice bakarak mıknatısı yeniden dolaba yaklaştırmaya başlıyorsunuz.

Mıknatıs şimdi birkaç santim uzakta.

Bir şeyler hissediyorsunuz.

Bir kuvvet.

Çekici bir kuvvet mıknatısı buzdolabına doğru çekiyor. Ya da buzdolabını mıknatısa doğru. Veya ikisi birden. Anlamak zor.

Ama havada görünen bir şey yok. Orası kesin. Birbirlerinin varlıklarından nasıl haberdar olduklarına ilişkin en küçük bir işaret göremiyorsunuz.

Mıknatıs şimdi buzdolabına yarım santimetre uzaklıkta ve çekme kuvveti giderek artıyor.

Hatta mıknatısı olduğu yerde tutmakta zorlanıyorsunuz.

Hâlâ görünürde bir şey yok.

Bırakıyorsunuz. Mıknatıs parmaklarınızın arasından dolabın kapağına sıçrıyor ve siz meraktan afallarken, o kıpırdamadan duruyor.

•

Yüzyıllar boyu pek çok insan bu anlaşılmaz çekime merak duydu. Ürkütücü bir şey, değil mi? Mıknatıs resmen sıçradı. Buzdolabına değmesinden önce hiçbir şey olmadığı halde ortada bir kuvvet vardı. İşte atalarımız da mıknatısa baktıklarına bunu düşündüler ve buzdolapları olmasa da, mıknatısı çalıştıran görünmez şeyi tanımlayabilmek için *uzaktan esrarengiz etki* hakkında konuşmaya başladılar.

Aslında kütleçekime benzeyen bir şey bu.

Kütleçekimi de kimse *göremez*.

Evrenin her yerinde cisimlerin birbirlerini çekimini açıklayan muhteşem formülü geliştirdiğinde Newton'ın, tanımladığı kütleçekimden *neyin* sorumlu olduğu hakkında en ufak bir fikri yoktu. Ancak Einstein yüz yıl kadar önce bunu buldu. Kütleçekimin bir kuvvet değil, bir düşüş olduğunu söyledi. Uzay-zaman bükülmelerinden aşağı bir düşüş.

Mıknatıslar için de aynı şey mi geçerli acaba? Mıknatıs da uzay-zamanda keskin bükülmeler yaratıyor mu?

Hayır. Olamaz. Öyle olsa sadece çiviler, demir tozları ve mıknatısın çektiği diğer potansiyel maddeler değil, her şey (odunlar, biz, biralar, her şey) ona doğru giderdi. Şimdiye dek hiç parmaklarınızın mıknatısa çekildiğini hissetmediniz. Hayır, bulunması gereken başka bir şey var. Zaten bulundu da. Seksen yıl kadar önce. Konu *alan* dediğimiz şeyle yakından ilintili. Daha doğrusu kuantum alanla. Evet, artık atomların ve mıknatısların varlığını öğrendiğinize göre kuantum alanın ne mucizevi bir şey olduğunu görmeye hazırsınız demektir.

2 | *Denizde Balık Gibi*

Balık olduğunuzu ve bir sebepten dolayı yuvanız bildiğiniz okyanusun dışında neler olduğunu görmeye karar verdiğinizi düşünün. Derinlerde olabildiğince hız toplayarak torpido misali ileri atılıyorsunuz. İnsanların yüzey dediği ama bir balık olarak sizin muhtemelen tavan diye adlandırdığınız şeyi hedefliyorsunuz.

Hızla yüzüyorsunuz. Daha da hızlanıyorsunuz. Sular pullarınızın arasından kayıp gidiyor. Sıvıdan dünyanızın sonuna yaklaştıkça, ortam ışığı giderek parlaklaşıyor. Şimdi dışarı çıktınız. Etrafınızda su yok artık. Mavi bir boşluk içinde uçuyorsunuz (biz insanlar ona atmosfer diyoruz). Yüzgeçlerinizi alabildiğinize çırpıyorsunuz ama daha yukarı yüzmenizin olanağı yok. Bir kuşun aksine ve aslında tam bir balık gibi yukarıya doğru yaptığınız yolculuk ani şekilde sonlanıyor. Yerkürenin varlığıyla yarattığı uzay-zaman eğiminden aşağı kayarak yeniden okyanusa düşüyorsunuz.

Az sonra, sıvı yuvanızın tuzlu derinliklerinde deneyimlerinizi sizin gibi bilinmeze ilgi duyan balık dostlarınızla paylaşıyorsunuz. Engin sıvı dünyanızın tavanı ötesinde yüzmenin imkânsız olduğunu, hiç düşünmeden dile getiriyorsunuz. Okyanusun yukarısında sadece masmavi bir boşluk var sonucuna varıyorsunuz.

Oysa biz insanlar, işin aslını biliyoruz. Okyanusun üstünde hava olduğunu ve artık hava dediğimiz şeyin hiçlikle alakası olmadığını da biliyoruz. Ondan bir iki dakikadan fazla mahrum kalırsak ölürüz.

Ne var ki çoğumuz denizdeki balıktan çok da farklı değiliz. Hepimiz az çok atmosferin üstündeki uzayda, değerli havamızın ötesinde, hiçbir şey olmadığını düşünmüyor muyuz? Uzayın kara bir boşluktan ibaret olduğuna inanmıyor muyuz?

Kitabın bundan sonrasında da göreceğiniz gibi, yanılıyoruz.

Uzayın boş olmakla uzaktan yakından ilgisi yoktur.

Bir balık olarak okyanus yüzeyinden dışarı sıçradığınızda, sıvıdan değil, ağırlıklı olarak gaz ve tozdan meydana gelen başka bir dünyaya giriş yaptınız.

Az sonra giriş yapacağınız dünyaysa çok daha kapsamlı. Adı, *kuantum* dünyası. Temel madde ve ışığın dünyası.

Sudan meydana gelen ve havanın başladığı yerde biten denizin aksine, kuantum dünyası her yerde mevcuttur. Denizde, yerde, bizi oluşturan maddenin içinde ve uzayda. Hatta "boşlukta". Ancak bu diyara girebilmek, insanın binlerce yılını aldı. Kuantum dünyasının kapıları çok küçüğün derinliklerinde gizlidir. Hava, kütleçekim ve başka birçok şey tabloyu karıştırabildiğinden, onları bir an için unutacağız.

En iyi yolsa sizi yeniden uzaya göndermek.

Tekrar yüzeyine bakmak için mıknatısınızı buzdolabından çekerken, görülür hiçbir şeyle karşılaşmıyorsunuz. Hâlâ kapkara. Hâlâ pürüzsüz. Ama bir kuvveti hissettiniz. O konuda şüpheniz yok. Ne garip.

Deneyi tekrarlamak için yanağınızı bir kez daha buzdolabına dayıyorsunuz ve öyle odaklanıyorsunuz ki mıknatıs ve buzdolabı dışında etrafınızdaki her şey kayboluyor. Zemin, hava, altın öbeğiniz, duvarlar, mutfağınız ve daireniz. Gidiyor. Şehriniz. Gidiyor. Dünya, Ay ve geriye kalan her şey de öyle...

Şimdi uzayda, bildiğimiz doğa kurallarına uyan bir düşünceler dünyasında süzülüyorsunuz. Etrafınızda hiç hava yok. Kütleçekim de yok. Hiçbir şey yok aslında. Sadece sizle mıknatıs, buzdolabı ve buzdolaplarıyla mıknatısların etkileşimini sağlayan her neyse, o var.

Artık bu tür durumlara alıştığınızdan, fazlaca kaygıya düşmüyor, elinizdeki işe odaklanıyorsunuz.

Buzdolabına dayalı yanağınız üşüyor. Mıknatıs hâlâ elinizde. Bırakıyorsunuz ve bıraktığınız anda yepyeni bir maceraya adım atıyorsunuz: Büzüşmeye başlıyorsunuz! Uzay-zamanda

yaptığınız yolculuklarda çok büyükle baş edebilmek için evrene bayağı geniş bir perspektiften bakmıştınız. Ardından dünyayı aşırı hız açısından görmeniz gerektiği için çok yüksek hızla yol almıştınız. Şimdi kuantum dünyasını keşfetme yolunda olduğunuz için büzüşüyorsunuz.

Hem de çok.

İyice minyatürleşiyorsunuz. Birkaç atom boyunda bir mini-siz oluyorsunuz.

Ne kadar bir boy mu bu?

Gelin, bakalım.

Bunu okurken kitabınız veya ekranınız muhtemelen gözlerinizden birkaç karış uzakta. O mesafeden görüşünüzün algılayabileceği en küçük şey, milimetrenin yaklaşık yirmide biri, insan saç telinin üçte biri kalınlıktadır.

Mini-siz şu an bundan da 100.000 kat küçük. Dolayısıyla buzdolabınızla mıknatıs arasında gerçekten de bir şeyler olup olmadığını görmek için gereken büyüklükte...

Küçülmenin etkisiyle biraz afallasanız da, herhangi bir yönden uzanıp gelen ürkünç bir el var mı, diye etrafınıza bakınıyorsunuz. Mini kafanızı sola, sağa, yukarı, aşağı çeviriyorsunuz.

Görünürde hiçbir şey yok.

Mıknatısın sağınızda bir yerde, buzdolabının ise sol kulağınızın gerisinde olduğunu biliyorsunuz ama bu yeni perspektiften ikisi de göremeyeceğiniz kadar uzaklarda.

Durup bekliyorsunuz.

Ama hiçbir şey olmuyor.

Hem de hiç.

Uzunca bir mutlak yalnızlık anından sonra başka bir şey denemeye karar veriyorsunuz: Görmek yerine *hissederek* işi çözebilirsiniz. Hani çocukken vakit öldürmek için süper güçleriniz varmış gibi yaptığınız zamanlarda olduğu gibi.

Konsantre olabilmek için birkaç defa nefes alıp veriyorsunuz, ardından görüşünüzü devreden çıkarıyorsunuz. Uzayda adeta minnacık bir yogisiniz. Toz tanesinden de küçük. Gözleriniz

kapalı, filmlerde gördüğünüz gibi kollarınızı yavaşça yanlara açıyorsunuz.

İlk anda bir şey hissetmiyorsunuz. Ama sonra hissediyorsunuz.

Denizde bir balık olduğunuz izlenimine kapılıyorsunuz. Etrafınızı kuşatan her şey sanki bir şeyin içinde ama... Neyin? Su olmadığı kesin... Denizin neden yapıldığını anlama hevesiyle minicik gözlerinizi açıyorsunuz ama hissiniz anında kaybolup gidiyor ve etrafınızda yine bir şey yok. Yakaladığınız izlenim çok tuhaf gerçekten. Hatta biraz ürkütücü ama siz korkak biri değilsiniz ve hemen evrendeki pek çok şey gibi, az önce hissettiğinizin de gerçek ama göze görünmez olduğu çıkarımını yapıyorsunuz.

Bu düşünceyle gözlerinizi yeniden yumuyor ve yine kuantum dünyasına yogi stili giriş yapıyorsunuz.

İşte "deniz" orada, dört bir yanınızda. Hatta... Akımlar bile var? Evet. Öyle gibi. Mıknatısın olması gerektiği yerden geliyor ve buzdolabında sonlanıyor. Etrafta birtakım kuvvet döngüleri var ve içinizden akıp gidiyorlar. Sizse hissettiğiniz şeyin, mıknatısla buzdolabının etkileşimini sağlayan şeyin ta kendisi olduğunu anlıyorsunuz. *Elektromanyetik kuvvet alanı* denen şey bu. Kapalı mini-gözlerinizin ardında, söz konusu alan sanki her yöne, dört bir yana yayılan bir direnç sisi hissi uyandırıyor. Mıknatısın ve buzdolabının yakınında en yoğun halini alan bir direnç. Dalgacıklar bu sisin içinde ışık hızıyla yayılıyor ve size mıknatısla buzdolabının gitgide yaklaştığını söylüyor... Bu da sonunda birbirlerine çarpacakları anlamına geliyor. Yani... Gözlerinizi açıyor ve hayret dolu bir dehşetle sizi ezmek üzere olan dev mıknatısa bakıyorsunuz.

Korkuyla titreyerek geri çekiliyorsunuz.

Şu an mıknatısa o kadar yakınsınız ki yüzeyindeki atomların kıpırdaşmasını görür gibi oluyorsunuz. Hatta içinden sanki minicik akımlar geçiyor. Neler acaba, elektrik mi bunlar? Manyetik mi? Her ikisi mi? Hiç bilmiyorsunuz ama kesin olan bir şey varsa... BİR DAKİKA! O DA NEYDİ?

Bir şey oldu.

Gördünüz.

Mıknatıstan buzdolabına bir el uzanmadı belki ama bir ışık uzandı. Sanal mı, gerçek mi, söylemek zor ama bir ışık olduğu kesin. Mini gözlerinizin önünde, mıknatıs yüzeyinin tepesinde bir anda beliriverdi. Yoksa içinden mi geldi? Başınızı ışığın gittiği yöne çeviriyorsunuz ve buzdolabının devasa kapağının da size doğru yaklaştığını görüyorsunuz...

Mini nefesinizi tutuyorsunuz.

Ezilmenize ramak kaldı.

Az önce mıknatısla buzdolabının arasında bulunduğuna inandığınız boşluktan şimdi giderek artan sayıda, inci tanesi gibi ışıklar çıkıyor ve boşluk artık kesinlikle boş görünmüyor. Mıknatısla buzdolabı arasında iki cismi birbirine çeken minicik melekler gibi gidip gelen ışık incileri dört bir yanınızda çakıyor.

Gösterinin sarhoşluğu içinde ve mini bedeninizin son anlarını yaşadığına inanarak bu ışık parçacıklarının hayalinizin ürünü mü yoksa gerçek mi olduklarını merak ediyorsunuz...-Sanal görünüyorlar çünkü sadece bir anlığına ve sanki yoktan var oluyorlar ama mıknatıs üstünde de çok somut bir etkileri var... Evet, bu küçük parlak arkadaşlar mıknatısı evinizdeki buzdolabına yaklaştıran kuvveti taşıyor...

Mini gözlerinizi yumuyorsunuz.

Ezilmek üzeresiniz.

Ama *pat*!

Mutfağınıza geri dönüyorsunuz ve boş boş buzdolabının kapısına bakıyorsunuz. Mıknatıs az önce hafif metalik bir tıkırtıyla dolaba yapışmış.

Alnınıza yapışan ter damlasını silerek, gördüklerinizin hayal ürününden başka bir şey olabileceğini düşündüğünüz için – etrafta kimse olmadığı halde– hafif utanarak, derin bir nefes alıyorsunuz.

Gerçi gerçek gibiydi her şey.

Az önce esrarengiz olduğunu kabul etsem de, sihirle alakası olmayan bir *uzaktan etki* olayına tanıklık ettiniz. Birbirini çeken iki cismin etkileşimini sağlayan gizemli "elektromanyetik

kuvvetin" sanal ışık parçacıklarıyla taşındığını şüphe götürmez biçimde gördünüz. Bu tuhaf parçacıklar tek bir amaç için varlar: Elektromanyetik kuvveti taşımak. Mıknatısla buzdolabınızın arasında hiçlik gibi görünen ama öyle olmayan yerde, sanki yoktan var oldular. Az önce tüm evrende, mıknatıs olsun olmasın, herhangi iki cisim arasında elektromanyetik alan denen bir şeyin var olduğunu keşfettiniz. İçinde sanal ışık parçacıklarının her an ortaya çıkabileceği bir kuvvet denizi...

Buzdolabınıza şaşkınlıkla baktığınız şu an da bunun gibi sayısız sanal ışık incileri mıknatısla buzdolabınız arasında gidip geliyor ama siz artık göremiyorsunuz ve hiç göremeyeceksiniz. Onlara sanal denmesinin nedeni de bu. Boşluk olmayan bir boşlukta aniden beliriveriyor ve kimsenin kendilerini görmesine izin vermeden kayboluyorlar.

Bu tür sanal kuvvet taşıyıcılar, şu an bile etrafınızda, her yerde mevcuttur. İçinizde bile.

Hepsi de elektromanyetik alana, yani sadece buzdolabıyla mıknatıs arasındaki değil, tüm evrendeki alanları dolduran görünmez sise aittir.

Peki, ya birbirini iten mıknatıslar? Öylesini de gördünüz, değil mi?

Biraz sonra, bir atomun içinde uçarken de göreceğiniz gibi, az önce karşılaştığınız sanal ışık incileri bizi oluşturan, etrafımızı kuşatan maddeyi itebilir, çekebilir ya da ona hiçbir şey yapmayabilir. Her şey söz konusu maddenin içeriğine bağlıdır. Hatta tek bir şeye bağlıdır: Bilim insanlarının *elektromanyetik yük* dedikleri şeye. Üstelik ağırlığınızı nasıl tartıda ölçebiliyorsanız yükünüzü de bir aygıtla ölçebilirsiniz. Sizinki toplamda sıfırdır gerçi. İnsan vücudu elektromanyetik anlamda nötrdür (aksi takdirde mıknatıslar size yapışırdı ki bu da epey sinir bozucu olabilirdi). Ancak vücudunuzu oluşturan parçacıkların ayrı ayrı her biri için durum farklıdır.

Doğada sadece iki tür elektromanyetik yük vardır. Kolaylık açısından onlara pozitif ve negatif, artı ve eksi denir.

Kurala göre sanal ışık incileri benzer (yani kendiyle aynı) yükleri iter, zıt yükleri çekerler. Artı ile artı, tıpkı eksiyle eksi

gibi aralarında oluşan sanal ışıkla birbirinden uzaklaşır. Ayrıca birbirlerine ne kadar yakınlarsa sanal ışık incileri o kadar çok ve itme gücü o kadar güçlü olur. Öte yandan artı ve eksi birbirini kucaklamaya bayılır. Tıpkı mıknatıs ile buzdolabınız gibi. Birbirlerine ne kadar yakınlarsa birbirlerini o kadar güçlü çekerler. Öte yandan nötr cisimler bu ışık incilerine aldırış etmez ve ister tamı tamına pozitif yük kadar negatif yüke sahip olarak (ki vücutlarımız böyledir) isterse de hiç elektrik yükü taşımadan (daha ileride tanışacağınız bazı parçacıklar hiç yük taşımaz) nötr olabilirler. Elektromanyetik alanın kuralları bunlardır.

Mıknatıslarla buzdolapları arasındaki etkileşimin bu açıklaması gözle görülemeyeceği için şu noktada tüm bunların çok yararlı bir zihinsel kurgulama olduğunu ama doğanın işleyişine tam karşılık gelmediğini düşünebilirsiniz. Bu doğrultuda elektromanyetik alanın aslında bilim insanlarına, yüklü cisimlerin mıknatısın varlığına nasıl tepki verdiğini açıklamanın yolunu sunan bir tablodan öte bir şey olmadığını ileri sürebilirsiniz.

Bunların hepsini düşünebilirsiniz elbette ama yanılmış olursunuz.

Az önce öğrendiğiniz alan, evrenin tamamına yayılan ve yüklü cisimlerin yakınında ve arasında daha bir etkinleşen bu görünmez sis, yukarıda düşündüklerinizden çok daha fazlasıdır.

Her şeyden önce, tamamen gerçektir.

Bu alan, elektrik ya da manyetik yüke sahip her şeye hükmetmekle kalmaz, evrenin her yerinde ışığın yanı sıra elektromanyetik olarak yüklü parçacıkların her birini ve tümünü doğuran bir oluşum olma özelliğini de taşır. Yakında karşılaşacağınız elektronlar da yine onun birer ifadesidir. Gözlerinizin saptadığı ışık da öyle. Bunların her ikisi de alandaki dalgalanmalardır aslında.

Bugün yeryüzünün en parlak bilim insanlarından çoğu, elektromanyetik alanı mıknatısların kendisinden daha temel öneme sahip bulur. Hatta buzdolaplarından bile... Işıktan bile daha temel öneme sahip. Ve sizden de. Bu sonuncusu kulağa saçma gelse bile.

Bu bölüm bitmeden yine evrenin tamamını dolduran iki kuantum alanın daha varlığının farkına varacaksınız. Ve anlayacaksınız ki modern bilim açısından siz, ben, bildiğimiz, gördüğümüz tüm maddeler, herhangi bir yerde ışıldayan herhangi bir ışık, yine bu alanların birer ifadesinden, dalgalanmasından ibaret. Biz insanlar gerçekten de denizdeki balık gibiyiz. Alanlardan meydana gelen bir denizdeki... Tıpkı diğer her şey gibi. Üstelik atalarımız bir zamanlar denizlerde yaşadıkları halde, evrimleşmeleri ve kuantum alanların varlığını anlamaları çağlar sürdü.

3 | *Atoma Giriş*

Uzunca bir süredir zevksiz mıknatısınıza gözlerinizi dikmiş boş boş bakıyordunuz. Şimdi başınızı iki yana sallıyor ve mıknatıs dikkatinizi esrarengiz fenomene çekmeden önce delicesine istediğiniz o sütü almak üzere buzdolabının kapağını açıyorsunuz.

Kahve fincanınızı bıraktığınız masaya dönerek sütü koymaya hazırlandığınız sırada hemen orada duran altını görünce duraksıyorsunuz.

Keşfettiğiniz şu altın atomları ya da mıknatısınızın yüzeyinde kırpışan atomlar tam olarak neye benziyor acaba? Küçük, yuvarlak toplara mı? Küplere mi? Peki, elektromanyetik alandaki sanal ışık incilerini harekete geçiren yükler neler? Ayrıca hepsi bazı alanların ifadesidir derken ne demek istedim ben?

Tahmin edebileceğiniz üzere, bu sorular sizi doğruca mini-size döndürüyor ve kendinizi aşina olduğunuz tüm cisimlerden uzakta, daha önceden fark edip odaklandığınız şu altın atomunun ne mene bir şey olduğunun merakıyla, mutfağın orta yerinde süzülürken buluyorsunuz.

Ne var ki karşınıza ilk çıkan şey altın atomu değil. Var olan en küçük atom. Evrendeki bilinen tüm maddenin yüzde 74'ünü meydana getiren "hidrojen" atomu. Güneş gibi yıldızların çekirdeklerinde kaynaştırarak daha büyük atomları yarattığı ve bu füzyonun (kaynaşma) yan ürünü olarak parlamalarını sağlayan atomun ta kendisi.

Gerçi açık söyleyelim, pek fazla bir şey göremiyorsunuz.

Önünüzde *bir şey* var; o kadarından eminsiniz. Ama bırakın *ne* olduğunu anlamayı, *nerede* olduğunu bile anlamakta zorlanıyorsunuz. Daha yakından odaklanabilmek için mini gözlerinizi kısmanız da işe yaramayınca bir kez daha yogi tarzı, *hissederek* anlamaya çalışıyorsunuz.

İnanılmaz ama işe yarıyor.

Gözleriniz kapalı olsa da, zihninizde bir şeyler canlandırabiliyorsunuz.

Dalga gibi bir şey, ortamı oluşturan elektromanyetik alanı hareketlendiriyor... Bir dalga, bir kürenin etrafında hareketleniyor... İçi boş bir kürenin, hayır, içi boş bir lobun etrafında... Aslında dalga da değil... Ama küresel, yok, hayır, hızlı hareket eden dalgalanmalarıyla birlikte lop biçimli görünüyor... Hızı, ışık hızına o kadar yakın ki dünya ona çok çarpık görünüyor olmalı. Tabii zamanının, sizin zamanınıza kıyasla ilerleyiş şekli de işin cabası... Ama belli bir pozisyona odaklı değil... Tamam, dürüst olalım: Zihninizde nasıl bir şey canlandırdığınızı siz de bilmiyorsunuz. Ama bu küre ya da lop biçimli veya biçimini anlamadığınız, hızlı hareket eden* şeyin elektrik yükü taşıdığı belli. Elektromanyetik alanın arka planında bunun etkilerini hissedebiliyorsunuz. Tıpkı yaklaşan mıknatısın etkisini hissettiğiniz gibi.

Dikkatinizi odaklamayı sürdürürken, başka bir şeyin daha farkına varıyorsunuz... Derinlerde gömülü bir şey; hareket eden dalganın kapsadığı hacme kıyasla çok küçük ama hissettiğiniz o yükün uzaklaşmasını engelleyecek kadar da güçlü. Hatta çok güçlü olması gereken bir şey.

Sonunda hidrojen atomunun, etrafı hareket eden yüklerle çevrili bir çekirdeği olduğunu anlıyorsunuz. Evrendeki tüm atomların yapısı böyledir: Farklı boyutlarda bir çekirdeğin etrafında, bir ya da daha fazla sayıda elektrik yüklü dalga.

Bilim insanları o orta kısma *atom çekirdeği*; belirsiz, yüklü ve kıpraşan dalgaya ise *elektron* adını verirler.

İnsanın aklını karıştıran bir keşif.

Elektron, kafanızda canlandırdığınız minicik noktaya hiç benzemiyor.

Yine de her şeyi doğru anladığınızdan emin olmak için yogi modundan çıkarak, gözlerinizi açıyorsunuz. Ancak beklenmedik

* Hızlı hareket eden burada "göreli", yani, ışık hızının kayda değer oranında bir hızla hareket eden anlamına bile gelebilir.

biçimde, kıpırdaşan dalga anında yok olarak başka bir şeye dönüşüyor; parçacığa benzeyen bir şeye.

Güzel.

Bununla birebir özdeş, çeşitli sayıda elektron, evrenin tüm atomlarında bulunur. Bilgisayar, çamaşır makinesi, cep telefonu veya ampul, her tür elektrikli ve manyetik aygıtımızın temelini oluştururlar. Tüm enerji ve iletişim araçlarımız onlara bağlıdır.

İşte bu merakla o elektronu tutmak ve yakından incelemek için minik ellerinizden birini çok ama çok yavaşça ileri uzatıyorsunuz.

Ne gariptir ki elektronu yakalamanız çok zor. Mini gözlerinizin köşesinde belirdiği anda kararsız hareket etmeye başlıyor; yerini belirleme eyleminizin kendisi yüzünden rotası tahmin edilemez biçimde değişiyor sanki.

Hayal gücünüzün yarattığı bir yanılsama değil bu.

Gerçek bir fenomen. Kuantum dünyasında yaşanan ama kristal vazolar ve kahve fincanlarının yer aldığı gündelik yaşamımızda gerçekleşmeyen pek çok olaydan biri.

Bizim bakış açımızdan görünen şekliyle, doğanın temel bir belirsizliğinin parçası bu. Ne anlama geldiğine Altıncı Kısım'da daha derinden bakacaksınız ama şimdiden tekinsiz bir şeyler döndüğü hissine kapılıyorsunuz. Asıl yapmanız gerekenin bu elektronu yakalayıp konuşturmak olduğunu düşünüyorsunuz. Evet, aynen öyle. Mini-siz olun olmayın, burada sırf zihinden ibaretsiniz; canınız ne isterse yapabilirsiniz. Küçücük bir elektronun yanıldığınızı kanıtlamasına izin vermeye hiç niyetiniz yok. O yüzden de... Hop! Mini-gözünüze takıldığı anda, hemen orada, sağınızda, düşünceden de hızlı, üstüne atılıveriyorsunuz. İşte yakaladınız. Sımsıkı kapadığınız sağ elinizde duruyor. İçeride kıpır kıpır kıpırdanıyor. Işık hızına yakın uçan bir kelebek, avucunuzda kanat çırpıyor adeta. Parmaklarınızı sıkmaya başlıyorsunuz. Elektronlar yüklü parçacıklardır; elektromanyetik alanda beliriveren sanal ışık incileri aracılığıyla mini-elinizde duranlarla etkileşime girerler.

Elektronu hapislerin en miniğinde sakinleştirme niyetiyle elinizi sıktıkça sıkıyorsunuz ama... Birden hissetmemeye başlıyorsunuz onu. Gitmiş.

Yumruğunuzu açıyorsunuz.

Elektron yok.

Minik parmaklarınız arasında en ufak bir boşluk bırakmadığınızdan kesinlikle eminsiniz ama elektron yine de sıçrayıp çıkmış. Sizse hiçbir şey hissetmediniz. Size dokunmadan sizden kaçmış.

Onu içinden aldığınız hidrojen atomunun görünmez çekirdeğinin etrafına dönmüş.

Ne kadar ayıp.

İyi ama nasıl yaptı bunu? Nasıl oldu da size değmeden avucunuzdan kaçtı? Elinizden tünelleme yaparak çıktı. Sıçradı. Rekor bir sıçrayış yaptı. Bir kuantum sıçraması. Atomaltı dünyayla sınırlı ve mutfak, vazo, uçak gibi gündelik yaşamın makro seviyesinde var olmayan bir şey. Ya da öyle olduğunu düşündüğümüz bir şey.

Henüz bir elektronu analiz edemediniz ama en tuhaf özelliklerinden birini öğrendiniz: Hiç zorlanmadan sıçrayabilmek. Bu fenomene ***kuantum tünelleme*** ya da ***kuantum sıçrama*** adı verilir ve sadece elektronlar değil, kuantum dünyasında bulabileceğiniz her şey böyle kuantum sıçrama –ya da tünelleme– yapabilir.

Bunu da açıklığa kavuşturduktan sonra gelin bir nefes alıp biraz terminolojiye kafa yoralım.

Bilim insanlarının, keşfettikleri yeni şeylere isim vermeleri gerekir. Çok küçüklerin dünyası kuantum söz konusu olduğunda, genelde anadillerinde, "kuantum" sözcüğünü takip eden bir sözcükle çağrışımlar yaratırlar. Örneğin burada "tünelleme", "sıçrama" ya da "dünyası" gibi sözcüklerle karşılaştık. Bunların hepsi de kolayca anlaşılıyor ve kendi başlarına bakıldığında, gündelik yaşamımızda taşıdıkları anlamları taşıyorlar. Ancak "kuantum" sözcüğünün varlığı uyarı işlevi görüyor. "Kuantum", işin

içinde bir bit yeniği olduğu anlamına geliyor. Elimizdeki örnekte, kuantum tünelleme konusundaki bit yeniği şu: Elektronlar gerçekten de varlıkların arasından tünelleme yaparlar... Ama ortada bir tünel yoktur.

Kuantum sıçramalar insan ölçeğinde hemen hiç gerçekleşmez ama biz gerçekleştiğini hayal edelim. Zamanda geriye gittiğinizi ve yine bu mutfakta, bu sefer çocukluğunuza döndüğünüzü düşünün. Babanız az önce masayı toplamanızı istemiş ama vakit geç ve siz birdenbire 100 kilometrelik hava katmanımızın ağırlığını kırılgan omuzlarınızda hissediyorsunuz. Belli belirsiz bir şeyler mırıldanıyorsunuz ama ayı yavrusu homurtusundan öte bir şeye benzemiyor. İşe yaramıyor zaten. Masa sizi bekliyor.

Çaresizlik içinde yere oturuyorsunuz. İşte o an olan oluyor. Kendinizi bir anda mutfak duvarının diğer yanında salonda, masanın yanında buluyorsunuz ve tüm tabak, çatal kaşık ve bardaklar duvarın doğruca içinden tünelleme yaparak ya da sıçrayarak mutfağa geçiyor. Kulağa masal ya da *Mary Poppins* filminden bir sahne gibi gelebilir ama işin doğrusu, bu tür kuantum sıçramalarda çatal kaşık takımı, tabaklar ve bardakların nereye sıçrayacağı belli olmaz. Dolayısıyla hepsinin bulaşık makinesine geçme olasılığı pek yok. Zaten geçse de babanızın her şeyin yenisini alması gerekirdi çünkü onları asla bulamazdınız.

Ne garip geliyor kulağa, değil mi?

Kuantum tünelleme böyle bir şey işte. Kuantum yasaları bizim ölçeğimizde geçerli olsa kapı, duvar ve mahremiyet kalmazdı. Neyse ki ve de her niyeyse geçerli değil.

Ancak kuantum tünelleme sayesinde çok küçüklerin diyarındaki hemen her şey, her bariyeri aşabilir. Nasıl mı? Anlaşıldığı kadarıyla ait oldukları kuantum alandan, içinde yüzdükleri ve uzay-zamanın her yerini dolduran o denizden enerji ödünç alabildikleri için yapabiliyorlar bunu. Hem de istedikleri kadar... Tüm atletlerin hayali...

Tabii tüm bunlar yine de size elektronun neye *benzediğini* söylemiyor. Bense bu noktada açık sözlülüğü görev sayıyorum:

Mini-siz bu konuda bir miktar hayal kırıklığına uğrayabilir. Elektronun ait olduğu kuantum alanın kendisi yüzünden, elektronu zihninizde canlandırmanız mümkün olmayacak.

Elektromanyetik alan her yerdedir ve evrende var olan her bir elektron bu alana ait olmakla kalmaz, aynı zamanda herhangi bir yer ve zamandaki herhangi bir elektronla da tamı tamına özdeştir. İkisinin yerini değiştirin, evren farkına bile varmaz. İşte bu yüzden; bir ifadesini oluşturdukları kuantum alan yüzünden, elektronlar makro dünyadaki bir cismin tanımlandığı şekilde tanımlanamaz. Onlar alana aittir. Engin okyanusun içindeki bir damla ya da geceyi kuşatan havadaki bir rüzgâr gibi alanın parçasıdır. Damla veya rüzgâr gibi yerlerini belirleyemezsiniz. Kimse bakmadığı sürece damlalar ya da rüzgârlar okyanusun, havanın kendisinden farksızdır. Kendilerinden çok daha kapsamlı bir oluşumun içine karışmışlardır ve kendilerine ait bir kimlikleri yoktur.

Kuantum dünyada elektronlar, onlara baktığınız anda, okyanustan alınan damlacıklar gibi belli özelliklere sahip parçacıklara dönüşürler ama söz konusu özellikleri, gördüğünüz hiçbir şeye benzemez. Beklendiği gibi davranmazlar; ya da en azından duyularınızın gündelik yaşam deneyimlerinden beklediği gibi davranmazlar.

Bir elektronun yerini bilirseniz ne kadar hızlı hareket ettiğini *bilemezsiniz*; hızı kestirilemez olur. Hidrojen atomunun etrafındaki elektronu bulmakta o kadar zorlanmanızın nedeni işte buydu. Onu her gördüğünüzde, kararsız davranmaya başlıyordu. Takip edemiyordunuz ve görüş alanınızdan kaybolup gidiyordu.

Aynı şekilde, bir elektronun ne kadar enerjisi olduğunu bilirseniz enerjiyi ne kadar süre koruyacağını *bilemezsiniz*.

Enerji ve zaman, konum ve hız, kuantum dünyadaki alanların içinde birbirinden bağımsız kavramlar değildir. Altıncı Kısım'da tüm bu konularla ilgili daha çok şey göreceksiniz ama şimdilik mini-siz kuantum dünyasına ilk defa girdiğinden, bunu bir uyarı (ya da belki tadımlık bir tanıtım) sayabilirsiniz. Mini-siz her şeyi, dünyayı keşfeden çocuk haliniz gibi kabul etmeli: Önyargısızca.

Konum ve hız aynı anda bilinemez mi? Peki. Öyleymiş demek. Kuantum yasaları başka dünyalarda sıçramalara ve tünellemelere izin mi veriyor? E, öyle olsun. Gerekli açıklamalar daha sonra yapılacak; ya da belki yapılmayacak.

Tüm bunlar bir yana, şu kuantum tünelleme meselesi bana da tamamen zırvaymış gibi geliyor. Üstelik duyduğuma göre, Einstein da verdiği bir kuantum fiziği dersinin ardından öğrencilerine şöyle demiş: "Beni anladıysanız anlatamamışım demektir." Dolayısıyla size de saçma geliyorsa dert etmeyin. Doğa alınmaz. O sadece keşfetmemiz için orada, hepsi bu. Peki, kuantum tünelleme sahiden gerçek mi?

Kimilerinin çok ciddiye aldığı ve ona pratik uygulama alanları bulmaya çalıştığı doğru. Garibi, buldular da.

Bundan otuz yıl kadar önce Zürih'te, IBM'de çalışan Alman fizikçi Gerd Binnig ile İsviçreli fizikçi Heinrich Rohrer, kuantum tünellemeyi muazzam küçük ölçeklerde herhangi bir yüzeyi tarama amacıyla kullanabileceklerini ve yüzeyin neye benzediğini anlayabileceklerini düşündüler. Kuantum tünellemenin, atomları gerçekten görmelerini sağlayacağına inanıyorlardı.

Normalde elektron, gidecek daha iyi bir yeri yoksa atomunu terk etmez. Yine normalde, gidecek başka bir yeri *varsa* o yerin epeyce yakında olması gerekir; yoksa elektron oraya gidemez. Tabii kuantum gücünü kullanarak boşlukların içinden tünelleme yapıp engelleri aşmazsa...

Binnig ile Rohrer elektrik akım dedektörüne bağlı olağanüstü ince ve sivriden de sivri uçlu bir ibreyle bir materyalin yüzeyini hiç dokunmadan taradı. Epeyce uzakta olduklarından, herhangi bir şey tespit edememeleri gerekirdi. Yüzey ile iğne arasındaki mesafe elektronun aşamayacağı kadar büyüktü. Ama elektron sıçramasına karşılık gelen elektrik akımları tespit ettiler.* Ayrıca ibre materyalin yüzeyinde bir atoma ne kadar yakınsa o kadar çok sıçrama olduğunu ve elektrik akımının o kadar arttığını gör-

* Merak ediyorsanız elektromanyetik kuvveti taşıyan ışık incisi sanal fotonlar herhangi bir yük taşımazlar, dolayısıyla bunun sorumlusu olamazlar.

düler. Ardından bu akımları bir şemayla haritalandırarak materyalin atom seviyesinde ve olağanüstü ayrıntısıyla üç boyutlu bir resmini elde ettiler. Bir mikroskop üretmişlerdi; şimdiki adıyla *taramalı tünelleme mikroskobu*. Mikroskop atomların kendisini görebiliyordu. Hayret verici bir hassasiyete sahipti: Bir hidrojen atomu çapının yüzde 1'i ila 10'u arası. Diğer bir deyişle, hidrojen atomunun ayakları olsa taramalı tünelleme mikroskobu onları hatta ayak parmaklarını sayabilirdi.

Mutfağınızdaki gibi altın atomları yıllar önce bu şekilde tarandı ve taramalı tünelleme mikroskopları, bugün insan yapımı ve son teknoloji ürünü malzemelerin yanı sıra, etrafımızı çevreleyen diğer malzemelerin içinde farklı türden atomların birbiriyle nasıl dolaşık olduğunu görmek için kullanılıyor. Mühendisler bu mikroskop sayesinde atomların yerlerini teker teker değiştirme yetisini kazandı. Kısacası, kuantum tünelleme gerçek ve pratik uygulamaları da var.

Binnig ile Rohrer'e böyle bir aygıt tasarladıkları için 1986 yılında Nobel Fizik Ödülü verildi.*

Yakalamaya çalıştığınız türden elektronlar, evrenin tüm atomlarının dış çeperini işgal eder ve ifadesi güç özelliktedirler. Ancak bilim insanları gündelik yaşam terminolojisiyle tam neye benzediğini tanımlayamamalarına rağmen tuhaf davranışlarını kabullenmeyi öğrenmişlerdir.

Günümüz biliminin bildiği kadarıyla elektronları meydana getiren daha küçük parçacıklar yoktur. Atomların aksine onlar daha fazla parçaya ayrılamaz, kesilemez ya da parçalanamaz. Yalnızca elektromanyetik alandan meydana gelirler; elektromanyetik alanın bir ifadesidirler.

Kendilerinden başka bir şey olmadıkları, elektromanyetik alanın en temel, en esas ifadelerinden biri oldukları için elektronlara *temel parçacıklar* denir.

---

* İkili Nobel'i o yıl elektron mikroskobu denen başka tür bir mikroskobu geliştiren Alman fizikçi Ernst Ruska ile paylaştı. 1986 büyütücülerin yılıydı.

Buna karşılık, mıknatısla buzdolabınız arasında ortaya çıkan o gelgeç ışık incilerine *sanal* parçacıklar denir. Onlar *kuvvet taşıyıcıdır*. Varlık amaçları elektriksel ya da manyetik yüklü parçacıklar arasında elektromanyetik kuvveti taşımaktır.

Kendinden küçük parçalardan (elektronlar ya da çekirdeği oluşturan şeyler) meydana gelen atomlar ise temel parçacık *değildir*. Çok sayıda temel parçacıktan meydana gelirler.

Elektronlar dünyayla yalnızca sanal fotonlar üstünden etkileşime girmez. Gözlerinizin algıladığı gerçek ışıkla, *gerçek* fotonlarla da oynayabilirler. Dünyayı gördüğümüz şekliyle görmemizi sağlayan, madde ve ışığın bu oyunudur.

Bugünlerde anlaşıldığı üzere, tıpkı elektronlar gibi gerçek fotonlar da elektromanyetik alanın temel ifadeleridir ve bu alandan başka bir bileşenleri yoktur. Görünmez denizin içindeki saf dalgalanmalardır onlar. Hem dalga *hem de* parçacık gibi davranabilen kuantum dalgalanmaları...

Şu an bir kısmı sizin şu hidrojen atomuna hücum ediyor. Oraya gelene dek uzun yollar kat ettiler. Bir milyon yıl kadar Güneş'in füzyon çekirdeğinden yüzeyine çıkış mücadelesi verdiler ve yüzeye sekiz buçuk dakika kadar önce ulaştılar. Madde engeline takılmaksızın uzayda yol almak üzere nihayet serbest kaldıklarındaysa yıldızımızın kavurucu yüzeyini gezegenimizden ayıran 150 milyon kilometreyi ışık hızıyla aştılar. Gidebilecekleri onca yer varken, saniyeden kısa bir süre önce Dünya atmosferine çarptılar ve atmosferin içinden hızla geçerek... Mutfak pencerenize geldiler. Oradan sonra yapacakları fazla bir şey kalmadı. Pencere camından geçtiler ve hidrojen atomunuza hücum ettiler.

Şu an mini-siz onların mutfaktaki izdihamını izliyor ve atomunuza çarpmalarını ümit ediyorsunuz. Ne var ki onlar çarpmak yerine içinden geçip mutfak duvarınıza tosluyorlar.

Bir tanesi hariç. O ortalarda yok.

Kayboldu.

Nereye gitti acaba?

Şaşkınlıkla etrafınıza bakınıyor ve sonunda hidrojenin ele avuca sığmaz elektronunun şimdi öncekinden farklı kırpıştığını fark ediyorsunuz. Çekirdeğin etrafındaki bir dalga gibi düşünecek olursak dalganın tepe noktaları şimdi birbirine daha yakın.

Nasıl olabilir?

Elektron uyarılmış.

Fotonu yutmuş.

Hatırlarsınız, bu tuhaf fenomenle bir süre önce, İkinci Kısım'da, birinci kozmolojik ilkeyi incelerken karşılaşmıştık.

Ama şimdi daha da ilginç bir şey oluyor: Elektron kısa bir süre sonra kaybolan, yuttuğu fotonun *birebir aynısını* gelişigüzel bir yöne doğru tükürüveriyor.

Durup biraz düşündükten sonra tek olası sonuca varıyorsunuz: Elektromanyetik alanın en bilinen temel parçacıkları elektron ve fotonlar birbirleriyle etkileşime geçebiliyor ve de geçiyorlar. Elektron ve fotonlar birbirine dönüşebiliyor.

Fikri kafanızda biraz tarttıktan sonra bunu aslında hep bildiğinizi fark ediyorsunuz: Güneşle yıkandığınızda da ısındığınızı hissetmiyor muydunuz? Kış zamanı şöminede yanan odunun karşısında teniniz ısınmıyor muydu? Cildiniz de dünyamızdaki tüm maddeler gibi dış çeperleri elektronlarla dolu atomlardan meydana gelir. Güneş'ten gelen ışık teninize çarptığında, tenizdeki atomlar ve o atomların elektronları biraz foton yakalarlar. Yakalanan fotonlar da uyarılmış elektronlara, normalden biraz daha hızlı kırpışarak, vücudunuzun keyif aldığı (ya da almadığı) o ısıyı yaratan elektronlara dönüşürler.

Bu öyle inanılmaz bir keşif ki yeniden söylemek istiyorum: Madde ve ışık birbirine dönüşebilir ve dönüşür.

İçinde yaşadığımız dünyada her şey maddeyle ışığın bir oyunudur.

Ama iş bununla da bitmez.

4 | *Elektronun Yaman Dünyası*

Son iki bölümde sadece mıknatısın buzdolabıyla etkileşimine baktığınız ve atomun yüzeyine sadece şöyle bir göz attığınız halde büyük keşifler yaptınız. Elektromanyetizmanın "uzaktan etkisini" çözdünüz ve maddeyle ışığın birbiriyle oyununu gördünüz. Elbette bu oyun, dünyamızın özelliklerinden sadece biri ama öyle bir fenomen ki basit insani duyularımız onu fark edebilecek şekilde gelişmiş. Işık vücudumuza durmaksızın değerek etimizin, gözlerimizin ve retinamızın içindeki elektronları uyarıyor ve bizi meydana getiren maddeyi ısıtarak ona biraz enerji veriyor. Atomlar ayrıca elektronlarının yuttuğu ışığı tükürerek, bizlerin ve cisimlerin, bir ya da daha fazla renkle, ışığı yutan atomun –veya atomlar dizisinin– renkleriyle "parlamasını" sağlıyorlar. İşte gözümüze, tenimize, saçımıza, giysilerimize, tüm bitki ve taşlara rengini veren de bu. Uzaklardaki yıldızlara kendine özgü tonunu veren de... Işık ışınları bir domatese çarpıyor, kırmızı ışık ışını hariç görünür ışığın tamamı domates tarafından emilerek domatesi ısıtıyor ya da domatesin içinde depolanıyor. Kırmızı ışık ışınları ise domates atomlarının amacına hizmet etmediğinden dışarı tükürülerek, yolculuklarına devam ediyor ve gözlerimize, kıpkırmızı, güzel bir domatese baktığını söylüyorlar. Elektron ve fotonlar olmasa domatesi ya da birbirimizi göremez, evrenimizi neyin meydana getirdiğini ya da evrenin uzak köşelerinde de bizimkiyle aynı fizik yasalarının geçerli olduğunu bilemezdik. Ancak daha da şaşırtıcısı, duyularımız sayesinde vücudumuzun tüm bu gizemli etkileşimleri, beynimiz tarafından algılanabilen duyumlara dönüştürmesi. İnsanoğlu söz konusu etkileşimlerin ardında yatan bilimi ve tüm evreni dolduran alanların varlığını bu sayede kavrayabiliyor. Sadece şaşırtıcı değil, düpedüz mucizevi bir şey.

Gelelim atomun merkezine, çekirdeğine... O da mı elektronlardan meydana geliyor? O da mı elektromanyetik alanın bir ifadesi? Bir anlamda öyle olmalı çünkü bildiğiniz kadarıyla şu an karşınızda duran hidrojen atomunun bütünü, elektriksel açıdan nötr. Öyleyse merkezinin de bir yükü olmalı ve bu yük de etrafındaki elektronun zıttı olmalı ki uzaktan bakıldığında ikisi birbirini iptal etsin. Peki, öyleyse neden göremiyorsunuz o yükü?

Mini-siz mutfağınızın ortasında süzülen hidrojen atomunu incelerken, bu hidrojen arkadaşın, merkezi her neden meydana gelmiş olursa olsun, içeriğine kıyasla adeta bomboş bir alana benzediğini fark ediyorsunuz. Bu gerçek –çekirdekle elektronlar arasındaki boşluğun miktarı– aslında evrendeki bilinen tüm atomların ortak özelliğidir.

Tuhaf.

Peki, o zaman neden mıknatıs buzdolabının içinden geçip gitmedi? Mıknatıs atomlarının içindeki kocaman, boş alanlar, neden dolabın metal kapağından süzülüp geçmedi? Neden kapağa yapıştı? Çarpışan atomların aslında *çarpışmayıp* iki buhar bulutu gibi birbirinin varlığının farkına bile varmadan, birbirinin içinden geçip gitmeleri gerekmez mi? Yanıt veriyorum: hayır. İyi ki de "hayır" yoksa dünya katı olmazdı. "Hayır"ın nedeni ise elektronlar ya da çekirdek değil. Bu nedenin anlamını çözmede, hazırladığınız altın atomu işimize yarayacak.

Şu ana dek incelediğiniz hidrojen atomu, var olan en küçük atomdur. Altın atomu daha büyüktür. Hemen kendi altın atomunuzun yanına atlıyor ve ona bakıyorsunuz.

Gözünüze ilk olarak, çekirdeği etrafında vızır vızır dönen, bir değil, yetmiş dokuz elektronu çarpıyor. Yetmiş dokuzun hepsi de hidrojen çekirdeği etrafında tek başına dönen, dalgaması elektronla özdeş.

Fark ettiğiniz ikinci şeyse bu dalgaması elektronların birbirleriyle özdeş olmalarına rağmen aynı hâkimiyet alanını paylaşmadıkları. Hem de hiç. Aynı yerde aynı zamanda olmaktan tamamen kaçınıyorlar çünkü doğa bunu yapmalarını yasaklıyor.

Hangi atoma ait olurlarsa olsunlar dalgamsı yapıları hiçbir yerde üst üste binmiyor ve böylece her atomun içindeki olası ortak yaşamlarına, katı koşullar dayatılmış oluyor. Kendilerini çekirdeğin etrafında soğan gibi katmanlar halinde düzenlemekten başka seçenekleri yok ve onlar da aynen böyle yapıyorlar. En içteki ilk katmanı sadece iki elektron doldurabiliyor. İkincisine sadece sekiz tane yerleşebiliyor, üçüncüye on sekiz, dördüncüye otuz iki, vesaire...

Bu sayılar günümüzde biliniyor ve evrendeki bilinen tüm atomlar için aynılar. Bir atomu diğerinden ayıransa içerdiği elektronların yapısına değil, sayısına bağlı. Elektronlar daima özdeş.

Atomların en küçüğü hidrojenin, orbitali ilk elektron kabuğunda bulunan, tek bir elektronu vardır. Helyumun iki. Elektronların orbitali ilk kabuğu doldurur. Rastgele üçüncü bir atom seçecek olursak, mesela neonun on elektronu vardır. İlk iki elektron kabuğu doymuş durumdadır. Tüm atomların kimyasal ve mekanik özellikleri, dış atom kabuklarının doluluğuyla ilintilidir.

Bir atoma fazladan elektron eklemek isterseniz canınızın çektiği yere yerleştiremezsiniz; dolu bir katmanaysa kesinlikle koyamazsınız. Elektronlar noktamsı parçacıklar olsaydı böyle bir kısıtlılığı kavramamız zor olurdu. Oysa elektronlar özel bazı koşullar altında (Altıncı Kısım'da bu konuda daha fazla bilgiyle karşılaşacaksınız) minik birer bilye gibi olabilseler dahi bir dalga gibi davranabilmek için aynı zamanda bilye gibi *olmayabilirler* de. Dalgaysa kolaylıkla belli bir hacmi doldurabilir. Dolu bir elektron katmanında yeni gelene yer kalmaması da bu şekilde mümkün olur. (Tek başına ya da başka atoma ait) fazladan bir elektron, önceden oluşmuş bir atomun parçası olmayı gerçekten isterse ya yerel elektronlardan iyice uzağa, elverişli yerin bulunduğu bir konuma yerleşmek zorunda kalır ya da oradaki elektronlardan birini atarak yerini alır. Dalgamsı varlıklarının başkasıyla üst üste binmesinden nefret eder elektronlar. Kıran kırana rekabet dünyasıdır orası.

Bu "aynı ortamda yaşamama" kuralının bir ismi vardır. *Pauli dışlama ilkesi.* Yasa, 1925'te İsviçreli teorik fizikçi Wolfgang

Pauli* tarafından keşfedildi. Pauli bu keşfiyle 1945 yılı Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı.

Mıknatısların buzdolabı kapağının içine düşmeden, dışına tutunmasının ya da belki daha önemlisi, bizim duvarların içinden geçememizin, yerin içine düşmememizin nedeni bu dışlama ilkesidir. İlke aynı zamanda bu kitabı neden elinizde tutabildiğinizi de açıklar: Kitap kapağındaki atomların, parmak ucunuzdaki atomların elektronlarına yerini terk etmeyi tamamen reddeden dış çeper elektronlarına sahip olması. Sizin elektronlarınız da yerinden kıpırdamaz. Bu yüzden de birbirlerinden ayrı dururlar. Kendi gücünüzle bunlardan herhangi birini başka türlü davranmaya zorlamanız mümkün değildir. Elektronik dalgalar üst üste binmez. Asla. Yanıldığımı (ya da Pauli'nin yanıldığını) kanıtlamak için duvarların içinden geçmeye kalkmayın. Elektronlar daha herhangi bir şeyin farkına varamadan burnunuzu kırdığınızla kalırsınız.

Ancak elektronlar mahremiyeti sevseler de paylaşılmaya ses etmezler. Az sonra göreceğiniz gibi, bu da, şansımıza, onların bizi meydana getiren maddeyi oluşturmalarını sağlar.

En son bıraktığımızda altın atomunuza dalış yapmak üzereydiniz ama o işin biraz beklemesi gerekiyor çünkü tesadüfen şu anda yakından bir oksijen atomu geçiyor.

Durup ona uzun uzun bakıyorsunuz.

Altından küçük, sekiz elektronlu oksijen atomu, hidrojenden çok daha büyük.

Birinci atom kabuğu dolu ama sekiz elektron alabilen ve şu an altı elektronu olan ikinci ve dış kabuğunda iki tane yer var.

Hidrojen atomunun yapayalnız elektronlarınınsa böyle bir fırsatı kaçırmaya niyeti yok.

---

* Pauli o dönemde eşi tarafından bir kimyacı için terk edilmişti ki bu, bir teorik fizikçi için yenilip yutulması zor bir durumdu. Pauli kederini alkolle boğmaya çalıştı. İlkesinin "dışlama" sözcüğünü içermesine şaşırmamak gerek. Kaderin cilvesi, Pauli depresyonun derinliklerinde dolanırken, dünyanın içine düşmeden yüzeyinde yaşayabilmemizin nedenini (kendisi için böyle bir neden bulmakta zorlansa da) buldu.

Üstelik yakınlarda iki hidrojen atomu olduğundan, oksijen yanlarından geçtiği anda, *hop*, ilk hidrojenin tek elektronu sıçrıyor ve bir daha yalnız kalmamak üzere oksijen ailesine yerleşiyor.

Siz tam olanları izlerken, yine *hop*, diğer hidrojenin elektronu da son yeri dolduruyor.

Evrendeki tüm elektronlar birebir özdeş olduğundan, kimse orada ilk kimin olduğunu, sonradan kimin geldiğini bilemez. Kusursuz asimilasyon.

Elektronlarına sanal ışık incileriyle bağlı çekirdeklerin de onlara uymaktan başka çaresi olmadığından, üç atom şimdi birbirine yapışmış durumda. İki hidrojenle bir oksijen birlikte yaşamaya mecbur kaldılar.

Bu iş tamamlanınca fazladan elektrona yer kalmıyor. Yapı bütünüyle kararlılığa ulaşıyor.

Atomlar yukarıdaki gibi elektronlarını paylaşarak *molekül* denen daha büyük yapıların parçası haline gelirler. Az önce oluşumunu gördüğünüz molekül, iki hidrojen bir oksijen atomundan meydana geldi.

İki H ve bir O.

H_2O.

Yani su: Bildiğimiz türden yaşam için en değerli molekül.

Gerçi su, evrensel ölçekte genellikle mutfağınızda değil, daha çok uzayda, gökadalar içine saçılmış ve gökbilimcilerin *nebula* (*bulutsu*) adını verdiği dev yıldız tozu bulutlarının içinde bir araya gelir.

Daha önceden patlamış yıldızlarda harmanlanan oksijen bu nebulaların içinde, her yerde bulunabilen hidrojenle karışır.

Yıldızlar öldüklerinde tohumlarını uzaklara göndererek su moleküllerinin oluşmasını sağlayacak yolun önünü açarlar. Başka birçok molekülün de...

Bir ya da daha fazla elektronu paylaşarak pek çok atom, pek çok değişik şekilde birbirine bağlanıp çeşitli karmaşıklıkta zincirler oluşturabilir. Doğa bu yolla, küçücük denebilecek moleküllerden

(su molekülleri sadece üç atomdan meydana gelir) başlayıp –sizin gibi birini oluşturmak için gereken tüm bilgiyi taşıyan milyarlarca birleşmiş atomun yarattığı– DNA gibi olağanüstü uzun olanlara dek, farklı boyut ve özellikte moleküller oluşturmuştur.

Son on yılda uzaya çok sayıda uydu gönderilmesinin nedeni, yeryüzü üstünde yaşamı başlatan bu moleküllerin kökenini aydınlatabilmek ve bugün gezegenimizin yüzde 70'ini kaplayan suyun kökenine dair sırrı çözebilmektir. Suyumuz acaba 4 milyar yıl kadar önce gezegenimize çarpan asteroitlerden mi geliyor? Yoksa yine gezegenimize çarpan kuyrukluyıldızlardan mı? Peki, bu kayalar ya da buz topları, yaşamın moleküler tohumlarının bazılarını mı yoksa hepsini mi taşıyordu? Yakında bunları öğrenmemiz gerekiyor çünkü uyduların çoğu gidecekleri yere vardılar ya da varmak üzereler.

Ancak bu arada bildiğimiz bir şey var: Dünya'da yaşamın yeşermesi için gereken moleküllerin tümünün oluşumu için sadece altı atom gerekliydi: Karbon, hidrojen, nitrojen, oksijen, fosfor ve sülfür. Diğer bir deyişle (İngilizcede) CHNOPS.

Yeri gelmişken, vücudunuzu çeşitli şekillerde bir araya gelmiş bu atomların yarattığı moleküller oluşturduğundan, siz de bir CHNOPS'sunuz. Aman gocunmayın.

CHNOPS'tan yapılma bedeninize kafa yorarken, başka bir soru geliveriyor aklınıza: Madem siz de, hava da, elektronlarını paylaşan atomlardan meydana geliyorsunuz, nasıl oluyor da (neyse ki) havanın içinde yürüyebiliyor ama duvardan geçemiyorsunuz?

Önemli bir soru gerçekten.

Bildiğimiz kadarıyla hava, bolca elektronu olan atomlarla dolu, dolayısıyla geçişinize izin vermemesi gerekir. Hem de hiç. Pauli yasası böyle.

Yanıt şu: Havadaki atomların hepsi elektronlarını paylaşmaz, bu yüzden de birbirine o kadar tutunmazlar. Oysa sizin katı maddeyi oluşturan atomlarınız, elektronlarını paylaşır. Hava atomlarının etrafını saran elektronlar hareket etmenizi

engellemek yerine, elektronlarınız ittirdikçe birbirlerine çarpar ve bir miktar rüzgâr yaratarak uzaklaşırlar. Bu da gaz ile katı arasındaki farktır.

Sıvılardaysa yakın atomlar birbirine biraz daha sıkı bağlıdır ama sizi engellemeye yetecek kadar değil. Tabii siz uçurumdan kurşuni denize atlamak gibi çok hızlı bir hareketle giriş yapmaya kalkışmazsanız... Katılarda atomlar, çok zorlamadığınız sürece –keskin bir makasın kâğıdı kesmesi gibi– kenara çekilmezler.

Öte yandan, bir elektron, konumu için savaşmak yerine gitmeye zorlanabilir ve başka bir elektronun dolduracağı boş alanı yaratır. Bir atom (örneğin, güçlü bir güneş ışığı fotonu çarptığı zaman) elektron kaybettiğinde, çekirdek ile elektronun (elektronların) toplam yükü artık sıfır olmaz. Bir ya da daha fazla elektronu koparılan atomlar, bilim insanlarının *iyon** dediği şeye dönüşür. İyonlar bağlanacak, molekül oluşturacak bir şey arama eğilimindedir. Daha doğrusu, çaresiz bir elektron arayışı içindedir. Fizik dilinde söyleyecek olursak, şiddetle *reaktiftirler*.

Buna karşılık, bir molekülün içindeki elektronların yarattığı bağlar da koparılabilir. Bu tür bir süreçte genelde enerji salınır ve vücuda besin almak da bu işe yarar. Vücudumuzdaki kimyasal reaksiyonlar, besinlerin içindeki molekülleri ayrıştırarak enerji açığa çıkarır ve bu enerji organizmamız tarafından bizi hayatta tutmak için çeşitli şekillerde kullanılır.

Pekâlâ.

Böylece elektronun minicik dünyasına ilişkin incelememizi toparlamış olduk. Şu ana dek sadece üç atomun dış kısımlarına göz attığınız halde modern bilimin bedenlerimizin gündelik deneyimlediği şeyleri nasıl anladığı konusunda şimdiden fikir sahibi oldunuz. O halde atomun gizemli merkezine doğru yola çıkmadan önce size son birkaç bölümde gördüklerinizi özetleyeyim.

---

* Bir şekilde bir ya da daha fazla elektron kazanan atomlara da yine iyon denir. İyonlar kendi doğal miktarda elektronuna sahip olmayan atomlardır.

Evrendeki tüm atomların dış kısımları elektron denen, koparılabilen, dalgamsı, güçlü elektrik yüklerinden meydana gelir. Elektronlar elektromanyetik alanın temel parçacıklarıdır ve kişisel alanları konusunda aşırı korumacıdırlar. Pauli dışlama ilkesi, iki elektronun uzay ve zamanda aynı yerde olmasını yasaklar. Evrendeki atomların içinde hiçbir yerde olmadığı kadar boşluk olduğu halde duvarların içinden geçemememizin, sandalyenin, yatağın ya da katı herhangi bir şeyin içinden geçip düşmememizin nedeni de budur. Aksi takdirde yaşam epey zor olurdu.

Pauli kuralı değişik atomlar arasındaki yapısal ve kimyasal farkların da nedenini açıklar: Elektronların hepsi çekirdeğin olabildiğince yakınında toplaşamadıkları için atomun merkezi etrafında soğan katmanı gibi katmanları işgal ederler ve sadece müsait yerleri doldurarak atomların, içerdikleri elektron sayısıyla birlikte büyümelerini sağlarlar.

Pauli ilkesine tabi tek parçacığın elektron olmadığını da söylemek gerekir. Başka parçacıklar da tabidir ama hepsi değil. Örneğin, ışık için aynı şey söylenemez. İstediğiniz miktarda fotonu küçük bir yere yığabilirsiniz. Hiç aldırış etmezler. Hatta çok da hoşlarına gider ve iki atom birbirinin ne kadar benzeriyse soğuktaki penguenler gibi birbirlerine sarılmaya o kadar eğilimli olurlar. Lazerler işte bu tür bir yakınlaşmanın sonucudur: Özdeş fotonlardan oluşan yüksek yoğunluklu ve enerjili ışınlardır lazerler.

Şimdi, bu noktaya kadar gelmişken, elektron ve ışığın evrenimizde önem taşıyan yegâne parçacıklar olduğu izlenimine kapılmış olabilirsiniz. Ama doğru değil. Yakında atom çekirdeğinin içinde böyle başka parçacıklar da bulunduğunu göreceksiniz ama şimdilik şunu vurgulamakla yetineceğim: Etrafımızda elektronların mahremiyet arzusuna, hatta varlıklarına aldırış etmeyen parçacıklar bile var. Veya bildiğimiz herhangi bir şeye aldırış etmeyen. Atomlara ait olmayan parçacıklar bunlar. Bazıları öyle kendi halindedir ki çoğu zaman her şeyin içinden geçip gider ve geride neredeyse hiç iz bırakmazlar. Bu küçücük

parçacıklara evren hayli yavan ve boş görünüyor olmalı. Dünya bile. Siz bile. Yakında tanışacaksınız onlarla.

Ancak şimdilik bir kez daha sevinmelisiniz! Az önce elektronlar ve ışıkla ilgili öğrendikleriniz sayesinde yarım yüzyıl önce sadece bir avuç insanın bildiğini biliyorsunuz ki söz konusu kişilerin çoğu epeyce zeki insanlardı. Ne de olsa bunu çözebildikleri için Nobel Ödülü aldılar.

Ama dahası da var.

Onlar sayesinde artık domatesin renginden tutun da duvarların, yerin katılığına ve mıknatısın elinizden buzdolabına sıçrayıp yapışma nedenine dek etrafınızda olup biten hemen her şeyi açıklayabilirsiniz.

Sizin, benim ve tüm dostlarımızın her gün deneyimlediği şeylerin tümü, madde ve ışığın birbiriyle oyunu, birbirine dönüşmesi ve elektronların kendilerine ait uzay-zamanı kendi kopyalarıyla paylaşmayı kategorik olarak reddedişi üzerinden düzenlenir.

Bundan sonra birisine sarılırken durmayın, birbirinize yaklaşırken sanal ışık incilerinin oluşarak delice uyarıldığını ve ardından elektronların Pauli yasasına uyarak daha fazla yaklaşamayacağınıza karar verdiklerini hayal edin. Gerçi biriyle ilk buluşmanızda bu akıllara durgunluk veren olgudan söz etmeniz doğru mudur, bilemiyorum. Karar sizin.

Bildiğimiz madde içindeki yolculuğunuza devam etmeden önce, size güzel bir haber daha: 2014 yılında, Fransa-İsviçre sınırında Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nin (CERN) etkileyici yeraltı laboratuvarlarında yapılan bilimsel deneyler, insanlığın bizi meydana getiren madde hakkında öğrenilebilecek hemen her şeyi teorik olarak keşfettiğini doğruladı.

Her şeyi.

Tabii bu, geriye hiçbir soru kalmadığı anlamına gelmiyor (Altıncı Kısım'da bunlardan bolca göreceksiniz). 2014'ten bu yana, modern teknolojinin erişim alanı içinde araştırıp bulabileceğimiz hemen her şeye karşılık gelen, evrenin bilinen tüm içeriklerine ilişkin bir tabloya ulaştığımız anlamına geliyor.

Söz konusu tabloya, az sonra inceleyeceğiniz atom merkezindeki çekirdek de dahil.

Eğer içinizde, orada da yine tuhaf şeylerle karşılaşacağınız hissi varsa bilin ki yanılmıyorsunuz.

5 | *Tuhaf Bir Kodes*

Kahveniz giderek soğuyor ve sütü taşıyan kolunuz ağrıyor. Ama umurunuzda değil.

Mini-siz, az önce gözünüzün önünde su molekülünü oluşturan hidrojen atomlarından birinin derinliklerine, çekirdeğine doğru dalmaya karar verdi. Gelgeç ışık incileri (mıknatısla buzdolabınız arasında gördüğünüz sanal fotonlar) dört bir yanınızda görünüp kayboluyor ve yöneldiğiniz çekirdeğin aslında elektrik yüklü olduğunu doğrulayarak, bir atomun elektronları ile çekirdeği arasında hiçlikten başka bir şey olmadığı fikrini çökertiyorlar.

Atomun kafanızdaki tahmini boyutlarına kıyasla çok daha uzun mesafeleri kat ettikten sonra hidrojenin çekirdeğine varabiliyorsunuz.

Ama nihayetinde onu buluyorsunuz.

Tıpkı etrafında dönen elektron gibi hidrojen atomunun merkezinin de belli bir şekli yokmuş gibi görünüyor. Fakat kütlesi var. Daha ağır bir kütle. Elektrondan çok daha ağır: 1.836 kat. Üstelik bir yükü de var; hatta elektronun tam zıttı bir yük.

Adı, *proton*.

Elektrondan daha büyük ama atomun kendi boyutuna (yani elektronun içinde dolaştığı hacme) kıyasla olağanüstü küçük. Yeni Zelanda doğumlu Britanyalı fizikçi Ernest Rutherford onun varlığını 1911'de keşfetti. Kendi döneminde çok yeni bir hadise olan radyoaktivite üstüne yaptığı kimya çalışması ile Nobel Ödülü'nü almasının üstünden üç yıl geçmişti. Ancak bilmediği ya da *bilemeyeceği* şey, elektronun aksine protonun bir temel parçacık olmadığıydı. İçinde koca bir dünya vardı.

•

İmkânsızla vakit kaybetmemek için gözlerinizi yumuyor ve protonun iç dünyasının neye benzediğini yogi tarzı *hissetmek* için kollarınızı iki yana açıyorsunuz.

O anda bugüne dek deneyimlediğiniz tüm kuvvetleri gölgede bırakacak kadar güçlü bir kuvvetin etkisine giriyor ve gözlerinizi hemen açıyorsunuz.

Elektromanyetizma sizi kolayca alt edebilir: Bazı mıknatıslar birbirine öyle sıkı yapışır ki asla ayıramazsınız.

Kütleçekim de alt edebilir sizi; hatta ediyor da: Yerkürenin kütleçekiminden asla sıçrayarak kurtulamazsınız.

Ancak bu defaki, bütünüyle başka türden bir güç seviyesi.

Bulanık, puslu bir küreyi andıran protonun içinde, mıknatısla buzdolabı arasında veya elektronla proton arasında gördüğünüz elektromanyetik ışık incileri gibi sayısız sanal parçacığın görünüp kaybolduğunu fark ediyorsunuz. Ama bunlar sanal fotonlar değil. Yepyeni bir kuvvetin taşıyıcıları. Ve bu kuvvet, ait olduğu kuantum alanla birlikte, evrendeki tüm maddeye kararlılık kazandıran şey.

O olmasa bildiğimiz her şey göz açıp kapayıncaya kadar yok olurdu. Her şey. Bedeniniz dahil.

Maddeyi muhafaza eden bu muazzam kuvveti taşıyan sanal parçacıklar, elektromanyetik kuvveti taşıyan fotonlardan yüzlerce kat güçlüdür. *Güçlü etkileşimler* adıyla anılan şeyin kuvvet taşıyıcılarıdır onlar.

Peki, bunlar "sadece" kuvvet taşıyıcıysa o yeni alanın temel parçacıklarını neden görmüyorsunuz? Sanal fotonlar yüklü parçacıkların etkileşimini sağlıyordu, burada etkileşime girenler ne?

Durup düşünmeden protonun içine atlıyor, mini-gözlerinizi yeniden yumarak mini ellerinizi hava kaldırıyorsunuz ve... Böylesi güçlü bir kuvvetin taşıyıcılarının amacını inceliyor... Hissediyor... Araştırıyorsunuz. Etrafınız bunca enerjiyle sarılıyken muazzam bir konsantrasyon çabası gerekse de, sonunda başarıyorsunuz. Üç şeyi seçebiliyorsunuz; bilim insanlarının *kuark* adını verdiği üç bulanık, dalgamsı, küçük ve ağır şey. İsim kulağınıza

tuhaf gelebilir belki ama alışana dek bütün isimler tuhaf gelmez mi zaten?

Şu ana kadar sizin dışınızda kimse tek başına bir kuark görmedi. Kuarklar kendi başlarına var olmaz; etraflarındaki durmaksızın görünüp kaybolan güçlü, sanal arkadaşçıklar izin vermezler. Kuarklar birbirinden ne kadar uzaksa güçlü kuvvet taşıyıcılar o kadar şiddetlenerek onları yeniden, doğada bilinen tüm kuvvetlerden çok daha etkin bir araya getirir.

Protonun içinde yaşayan üç kuark için hayat, bu yüzden de epeyce kısıtlıdır. Hatta hapis hayatı gibidir.

Peki, ya kuarkların sanal hapis muhafızları, güçlü kuvvet taşıyıcılar? Onlar kim? Onlar ne? Foton olmadıkları kesin. Hatırlayın: Elektromanyetik alanın parçası da değiller; bambaşka bir alanın ifadesi onlar: *Güçlü etkileşim kuantum alanın.*

Üstelik kuarkları birbirine yapıştırma işlerinde o kadar etkinler ki onlara *gluon** deniyor.

Kuarklar ve gluonlar.

Evrenimizin tüm protonları onlardan meydana gelir.

İşte size, mini-siz'in ziyaret ettiği bu mini minnacık kodes hakkında garip bir bilgi: Çoğumuz kendimizi parmaklıklar ardında bulsak özgürlüğün hücreden ve muhafızlardan olabildiğince uzakta olduğuna canı gönülden inanırız. Ne var ki suçu olsun olmasın protonların içinde tutulan kuarklar için durum, bunun tam tersidir. Onlar için özgürlük kısa mesafelerde yatar. Birbirlerine ne kadar yaklaşırlarsa istediklerini yapmak için o kadar özgürleşirler. Kuark özgürlüğü tuhaf bir kavramdır gerçekten: Birbirlerine yaklaştıkları anda koca bir olasılıklar dünyası açılır karşılarına.

Bu acayip özgürlük türünü keşfettikleri için üç Amerikalı bilim insanı, David Gross, Frank Wilczek ve David Politzer, 2004 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Zor bir kavram sahiden de. Öyle zor ki ödülü almalarından iki yıl önce David Gross ve Frank Wilczek ile Cambridge'de karşılaştığımda bir an için

* İngilizcede "glue" yapıştırmak (fiil) ve yapıştırıcı (isim) anlamına gelir. (*ç.n.*)

çalışmalarını anlamaya çalışırken çektiğim baş ağrısı ilaçlarına verdiğim parayı geri istemeyi bile düşündüm.

Kuarklar ve gluonlar.

Kendilerinden başka hiçbir şeyden meydana gelmeyen temel kuarklar.

Ve gluonlar.

Kuarkları hapis tutan, sadece birbirlerine yakınken özgür olmalarına izin veren ve böylece bizi meydana getiren maddenin parçalanıp dağılmamasını garantileyen, bildiğimiz kuvvetlerin en güçlüsü *güçlü nükleer kuvvetin* taşıyıcısı gluonlar.

Kuarklar ve gluonlar.

Garip isimler gerçekten. Gündelik yaşamımızdan öyle uzak bir gerçekliğin özünü tanımlamak için kullanılıyorlar ki kulağa gayet önemsiz gelebilirler. Oysa kuarkları ve gluonlarıyla güçlü kuvvet, vücudumuzu oluşturan kütlenin yüzde 99,97'sini meydana getirir. 60 kiloluk bir insan kuarklarının ve onların bağlayıcısı gluonların tamamını kaybetse anında 18 grama düşer. Haliyle ölür.

Gerçekliğimiz hakkında bugüne dek neler keşfettiğimizi anlamak hatta gerçekliğimizin nelerden meydana geldiğini çözebilmek için kuarklar ve gluonlar çok gereklidir. Bana göre bu, onları incelemek için gayet iyi bir neden. Ayrıca bu ikisi, az sonra uzay ve zamanın doğumunun bir saniye sonrasına dönmemizi de sağlayacaklar.

Daha önce de dediğimiz gibi, yeni tanıştığımız bu arkadaşların ait oldukları alana "güçlü etkileşim alanı" ya da "güçlü alan" denir. Sözü edilen, bir kuantum alanıdır elbette; dolayısıyla daha önce bahsedilen tuhaf kuantum davranışlarının çoğu, örneğin, kaybolup başka bir yerde belirme, yani "tünelleme" burada da geçerlidir. Ancak güçlü alanın elektromanyetik alan ile aynı olmadığı ama onun da yine evrenin tamamını doldurduğu gerçeğinin altını çizmek gerekiyor. Güçlü alan da bir çeşit denizdir ama bu defa damlaları meydana getiren, elektron ve fotonlar değil, kuark ve gluonlardır. Üstelik hiçbir şey parçacıkların her iki

alana da ait olmasını engellemez: Elektriksel yüke sahip kuarklar hem güçlü etkileşim alanına hem de elektromanyetik alana aittir. Işık *ve* gluonlar üzerinden her iki alanın da kuvvet taşıyıcılarıyla etkileşime girebilirler. Ama kısa mesafelerde gluonlar, ışıktan çok ama çok daha güçlüdür.

Peki, ya şu yeni karşılaştığımız deniz? Onun temel parçacıkları nedir?

Güçlü alanda altı tane temel parçacık vardır; yeterli enerji mevcutsa bu alanda herhangi bir zaman ve yerde ortaya çıkabilen altı farklı kuark. Ancak atom çekirdeğinde bunlardan sadece ikisi bulunur. *Yukarı* ve *aşağı* denen kuarklar. Evrendeki her protonun içinde iki yukarı, bir aşağı kuark bulunur. Dolayısıyla protonlarda aşağıdan çok, yukarının sözü edilebilir ki atomaltı hapishanesinde mutlu olmalarının nedeni de belki budur.

Ne var ki az sonra altın atomunuzun içinde de göreceğiniz gibi, var olan tek kuark hapsi protonlar değildir.

Hidrojenden sıkılan mini-siz, yeniden hazinenizi parçalara ayırdığınız mutfak masasının üstüne sıçrıyor.

Altın atomunuz hâlâ orada; hemen içine dalıyorsunuz.

Etrafında dönen yetmiş dokuz elektronun altında derinlere gömülmüş çekirdeği, hidrojen atomunun çekirdeğinden çok, çok daha büyük. Yetmiş dokuz elektrona karşılık çekirdekte yetmiş dokuz proton buluyorsunuz. Ama protonları kuşatan –ayıran?– başka bulanık küreler de var. Yüksüz küreler. Saydığınızda 118'e ulaşıyorsunuz.

Elektriksel açıdan nötr olduklarından, *nötron* deniyor bunlara. Bunlar da yine kuark kodesleridir ve İngiliz fizikçi Sir James Chadwick tarafından keşfedilmişlerdir. Sir Chadwick, sıra dışı Rutherford'ın* yardımcılarından biriydi ve 1935'teki buluşuna karşılık Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı.

* Tüm zamanların en etkileyici deneycilerinden Rutherford da atomların çekirdeği olduğunu keşfetmişti (bu bölümden daha önce de söz etmiştim ondan). Chadwick, Rutherford'ın yönettiği, Cambridge Üniversitesi Cavendish Laboratuvarı'nda çalışıyordu.

Her protonun içinde gluonlar, iki yukarı ve bir aşağı kuark hapsederler. Yukarı kuarklar çoğunluk sahibidir. Nötronların içindeyse tam tersi söz konusudur: Aşağı kuarklar ikiye bir öndedir.

Şimdi, tüm bu kodesler nasıl üst üste yığılıp atom çekirdeğini oluştururlar? Neden birbirlerinden uzaklaşmazlar? Ya da çökmezler? Sonuçta protonların tümü pozitif yüklü. Birbirlerini itmeleri gerekir.

Ama itmiyorlar. Neden? Çünkü güçlü alan ve onun kuvvet taşıyıcıları, çok garip bir yolla da olsa engelliyor. "Artıksal" bir yolla.

Bunun anlamını çözebilmek için mini-siz cesurca proton içindeki kuarklara muhafızlık eden ele gelmez gluonları yakından gözlemeye karar veriyor. İşte oradalar. Göremiyorsunuz ama yogi tarzı, hissedebiliyorsunuz. Bir görünüp bir kaybolarak, kuarkların başıboş gezinmelerini önlüyorlar.

Sonra aniden çok tuhaf bir şey oluyor.

Bir şey gidiyor. Bir şey protondan dışarı atlıyor. Ama ne? Gluon mu? Neden olmasın? Muhafız onlar sonuçta, tutsak değil ki...

Ama hayır, gluon değil.

En azından, tek başına bir gluon değil.

Yogi duyularınızı iyice zorluyorsunuz... Ve işte oldu.

İşin aslı gluonlar hiçbir zaman tek başlarına çekip gitmezler. Eşleşecek bir gluon daha bulmaları gerekir. Bir arkadaş. Doğru arkadaşı bulduklarındaysa başka bir şeye dönüşürler...

Bakınıyorsunuz ve işte orada, solunuzda, iki kuark arasında, yine aynı şey oluyor.

Arkaplan alanda aniden bir gluon beliriyor, yanında da arkadaşı başka bir gluon, şimdi birbirlerine tutunuyorlar ve... *Hop*! Tıpkı ışığın elektrona dönüşebilmesi gibi, bu iki gluon da kendilerini iki kuarka dönüştürüyor! Gluonlar sayesinde diğer kuarklara artık bağlı olmayan bir kuark çifti! Yepyeni bir varlık olarak özgürleşerek, ait oldukları kuark kodesini terk ediyorlar!

Gidişlerini izliyorsunuz.

Doğruca yakındaki kuark kodeslerinden birine yöneliyorlar. Aslında başka bir kuvvetin taşıyıcısına dönüşüyorlar: Kuarklara değil, kuark kodeslerine etki eden bir kuvvetin... Kodese ulaştıklarında, yeniden gluona dönüşerek oradaki kuarklara gardiyanlık etmeye başlıyorlar.

Nötronlarla protonlar, atomun merkezinde bu tür alışverişler sayesinde bir arada var olurlar. Kuarka dönüşmüş iki gluon, bir kodesten diğerine giderek, atom çekirdeğinin istikrarını sürdürmesini sağlar. Değişimi yapılan parçacığa, hapisler arasında yolculuk eden kuark çiftine *mezon* denir. Taşıdığı kuvvetin ismi ise *güçlü nükleer kuvvettir*. Çekici bir kuvvettir. Çok güçlüdür ayrıca.

Mezonların varlığını, deneylerle keşiften çok önce tahmin eden Japon teorik fizikçi Hideki Yukawa'ya 1949 Nobel Fizik Ödülü verildi.

İlginçtir, tüm proton ve nötronların içinde bulunan kuark ve gluonlardan yapılma bu kaynar çorba, aynı zamanda uzun zaman önce sözünü ettiğimiz ve yıldızların parlamasını sağlayan kayıp kütleden de sorumludur.*

Artık iyi bildiğiniz üzere, yıldızların içinde küçük atomlar kaynaşarak (füzyon) yeni ve daha büyük atomları oluşturur. Diğer bir deyişle, yıldızlar kendi içlerinde nötronlarla protonları birleştirirler ve bir kez birleştikten sonra bu nötronlarla protonların, tek başlarına oldukları zamana kıyasla kuarklarına muhafızlık edecek o kadar çok sanal gluona (ya da kodeslerine gardiyanlık edecek o kadar çok mezona) gereksinimleri kalmaz. İki şirketin birleşmesini andırır bu biraz: Bazı insanlar ihtiyaç dışı kalır ve işten çıkarılırlar... Yıldızların merkezinde de ihtiyaç dışı gluon, kuark ve mezonlar işten çıkarılır. Bir miktar enerji taşıdıkları ve enerji de aslında kütle olduğu için onları işten çıkarmak, yeni kaynaşmış çekirdeğin kütlesini azaltır. Füzyonla (kaynaşma) oluşan tüm çekirdeklerin, füzyona girenlerin ayrı ayrı ele alınmasıyla ortaya çıkacak kütlelerinden küçük olmasının nedeni budur. İşten çıkarılan *insanlarla* kıyaslandığında aradaki

* Unuttuysanız *bkz.* Birinci Kısım, 3. bölüm, sayfa 18.

fark, bu kayıp kütlenin, değişim oranı $E = mc^2$ ile verilen enerjiye dönüşmesi ve yıldızların parlamasına neden olmasıdır.

Kütleçekimsel enerji sayesinde atomlar yıldızların derinliklerinde bu şekilde işlenir ve bu süreç, kütlenin ışığa, ısıya ve etrafta bulunduğu halde gözümüzün görmediği başka parçacıklara dönüşmesini de içerir. İçinde yaşadığımız gerçeklik, duyularımızdan büyük ölçüde saklı olsa da evrenimizde her şey birbiriyle bağlantılıdır.

6 | *Son Kuvvet*

Şimdiye dek iki kuantum alanın varlığını öğrendiniz; tüm elektromanyetik etkileşimlerden sorumlu alan ve artıksal nitelikteki "güçlü nükleer kuvveti" de yaratarak insanlığın bildiği en güçlü kuvveti doğuran, işlevine uygun adlı "güçlü etkileşim" alanı.

Bu kuvvetler ve alanları, bir anlamda inşa edici güçlerdir. Mıknatıslar birbirini sadece itse ya da çekse de elektromanyetik kuvvet, elektronların atom merkezinin etrafında kalmasını sağlar. Elektronlar uzaklaşabilir ya da çekirdeğin üstüne çökebilirler. Ama öyle yapmıyorlar. Sanal ışık incileri bunu önlüyor. Elektromanyetik alan atomlara elektronik kararlılık sağlar ve yüklerini paylaşmanın, molekül oluşturmanın, bizi meydana getiren maddeyi yaratmanın yollarını sunar.

Öte yandan, güçlü nükleer kuvvet, bizzat atom merkezinin sorumluluğu altındadır. Güçlü nükleer kuvvet, nötron ve protonları bir arada tutarak atom çekirdeğini inşa eder. O olmasa çekirdekler parçalanır ve bir anda proton ve nötronlardan bir sise dönüşürdü. Tabii dünya ve diğer her şey de.

Tüm bunları yerinde tutmak için de güçlü etkileşim, arka planda aniden ortaya çıkıveren gluonlarla birbirine bağladığı kuarkları, bu proton ve nötronların içinde hapis tutar.

İki alanın içine yolculuk yaptınız ve alanların etkileşim içindeki parçacıkları ile kuvvet taşıyıcılarının, yaşadığımız dünyaya hem ele geçirilemez hem de katı yapısını kazandırdığını gördünüz. Fotonlarla elektronların birbirleriyle oynadığını ve birbirlerine dönüşebildiğini gördünüz. Değerli altın atomlarının ve yıldızların kalplerinde kaynaştırıp sizi ve beni oluşturan bir madde olarak harmanladığı, evrenin en küçük ve en bol yapıtaşı hidrojen atomlarının merkezinde, gluon ve kuarkların kıpır kıpır edişini gördünüz.

Tüketilmesiyle birlikte evrendeki tüm yıldızların er geç ölümünü tetikleyen hidrojen...

Bu son yorumu düşünürken birden 5 milyar yıl sonra Güneşimize neler olacağı geliyor aklınıza ve hemen normal boyutunuza dönerek, mini-sizi normal gözlerinizin göremeyeceği kadar küçük bir yerlerde kendi kendine süzülmeye terk ediyorsunuz.

Tropik ada kumsalının konforu içinde tembel tembel yıldızları seyrettiğiniz andan bu yana evrene ilişkin algınızda muazzam bir değişim oldu. Artık olağanüstü uzak etkileşimlerin meydana getirdiği ve yine onlar sayesinde bütünlüğünü koruyan atomların en iç kısımlarına kadar hiçbir şeyin içinin boş olmadığını, her şeyin her şeyle etkileştiğini biliyorsunuz.

Mutfak pencerenizden görünen gökyüzü kızıla dönmüş. Güneş Batı'da bir yerlerde batarken, bulutların yassı tabanlarını kızgın renklerle aydınlatıyor.

Kolunuz sütü bunca zamandır tutmaktan ağrımış, şimdi (soğuk) sütlü kahvenizi içerken dalgın dalgın birkaç adım atarak pencereye gidiyor ve gökyüzüne bakıyorsunuz. Bir yıldız ailesine ait olmanın anlamını bir anda kavrıyorsunuz.

Evrenin dört bir yanında yıldızlar ışın saçıyor, çevrelerini "atom çekirdeği füzyon santrali" misali merkezlerinin doğrudan ya da dolaylı yan ürünü olan ışığa ve parçacıklara boğuyorlar. Uzay-zamanda yarattıkları bükülme, kütleçekimleri, bir yandan yakınlarındaki ya da yakınlarından geçen her bir cismi kendilerine doğru düşürürken, bu parçacık ve ışık rüzgârları da dışa, uzaya doğru patlıyor, her şeyin içini dolduran, görünmez arkaplan alanların uzaklardaki, ışın saçan dalgalanmaları olmaya doğru ilerliyor.

Evren gerçekten de engin bir okyanus gibidir ve bazı (çok ciddi) uzay mühendisleri, sözünü ettiğimiz güneş rüzgârlarını yakalayıp gemilerini evrenin derinliklerine yönlendirmek için dev yelkenleri olan uzay gemileri yapmayı hayal ettiler. Tıpkı yakıt ihtiyacı duymadan uzay-zamanın dalgalı iniş çıkışlarında gezinen kozmik denizciler gibi...

•

Karanlık iyice bastırıyor ve siz hâlâ yerinizden kıpırdamıyorsunuz. Gökyüzü bulutlardan arınmış. Durup yıldızlara bakıyorsunuz. Çok fazla göremiyorsunuz gerçi, ışık kirliliği çok daha baskın. Yine de normalde buradan görebileceğiniz yıldızların tropik adanızdan gördüklerinizle aynı olmadığını artık biliyorsunuz. Gözleriniz şu an Samanyolu'nun farklı bir kısmında yer alan yıldızların saçtığı fotonları topluyor. Ama onlar da yine yıldız; onların da kütleçekimsel enerjisi, küçük atomların çekirdeğini birleştirerek büyük atomlar üretiyor.

Hayret verici ve biz insanların alışkın olduğunun aksine, oralarda her şey sanki bir üretim kuvveti gibi.

Gibi, evet, çünkü henüz bilinen her şeyi görmüş değilsiniz.

Öyle olması için üçüncü bir kuantum alan gerekli.

Tıpkı diğer ikisi gibi evrenin tamamını dolduran ama temel kuvvet taşıyıcıları ne foton ne gluon ne de mezon olan üçüncü bir deniz.

Üstelik bu defaki bir tür yıkım alanı, diğerlerinin yaptıklarını yıkan bir alan olarak da görülebilir. Evrenimize hükmeden dört kuvvetin sonuncusuna geldi sıra.

Sonuncu da yine bir nükleer kuvvet: Yeni keşfettiğiniz güçlü kuvvet gibi o da sadece atom merkezinin bileşenleri üstüne etki ediyor. Ama bu, güçlü kuvvetten çok daha zayıf, dolayısıyla ismi de *zayıf nükleer kuvvet*. Bu kuvvetin temel parçacıklarının ve kuvvet taşıyıcılarının inşa edildiği, varlığı her yerde mevcut, kuantum alanın adı ise *zayıf nükleer kuantum alan*. Radyoaktivite diye bilinen, atom merkezinin kendiliğinden (spontane) parçalanması, bu alanın özelliklerinden biri.

Şimdi, radyoaktiviteye eylem halinde tanıklık etmeden önce, radyoaktivitenin onu bulan birçok kişinin yaşamına mal olduğunu anımsamanız yerinde olur. Bedenlerini yavaş yavaş yok eden ölümcül görünmez ışıklara maruz kaldıklarından habersiz bu kişiler, radyoaktivitesi yüksek ham maddelerle çıplak elle işlem yaptılar... Hem fizik (1903'te radyoaktiviteyi bulanlardan biri

olarak) *hem de* kimya dalında (1911'de, iki yeni atomu bulduğu için: Radyum ve polonyum) Nobel Ödülü kazanan tek kişi, Polonya kökenli Fransız bilim insanı muhteşem Marie Curie de onlardan biriydi. Curie ölüm nedenini öğrenememiş olabilir ama bugünkü bilgimize ve tabii kendini mini-Marie'ye dönüştürecek şu faydalı beceriye sahip olsa o da sizin az sonra tanıklık edeceğiniz şeyi görürdü.

Soğumuş kahvenizi lavaboya boşalttığınız sırada, zihniniz küçülerek mini-halinize dönüyor ve mini-gözleriniz bir süre karanlığa uyum sağlamaya çalışıyor.

Altın atomunuzun yanındasınız.

Ancak bir yıldız kütleçekim enerjisinden de büyük bir enerjiyle kaynaşabilecek kadar güçlü ve katı bir atom duruyor karşınızda. Altın, bir yıldızın yaşam sürecinde değil, patlamalı ölüm sürecinde ortaya çıkar. Güneşimiz de ölürken bir miktar altın üretecek. Kim bilir belki günün birinde o altın da geleceğin uzaylı türlerinden birinin parmağında (dokunacında?) teşhir edilir.

Ancak şu an baktığınız altın atomu, insanlığın hemen hemen tamamının sandığı kadar değerli bir şeye hiç benzemiyor.

Neden bu kadar arzulanıyor peki?

Zamanla birlikte değişime mi uğruyor? Yakından geçen atomları yakalayarak sıra dışı moleküller mi inşa ediyor?

Biraz bekleyip görmek istiyorsunuz.

Ama hayır.

Hiçbir şey olmuyor.

İşte mesele de bu.

Hiçbir şey olmaması, altının bu denli değerli olmasının nedenlerinden biri. Altın paslanmaz. Oksitlenmez (oksijen atomundan bazı elektronlar bağlandığında olan şey). Aşınmaz. Elinizde ondan şöyle güzel bir yığın varsa, tüm metallerin en inceltilebilir olanıdır ve dilerseniz en uzun ve en ince teli elde edebilirsiniz (platin ve gümüş çok daha erken aşamada kırılır). Çok sayıda altın atomunu bir araya getirirseniz kolayca istediğiniz şekli de verebilirsiniz. Ayrıca ne yaparsanız yapın, elektriği

yine de iletir. Yani, uzun bir altın atomu zincirinin bir yanından verilen bir elektron, zincir boyunca ilerler ve diğer tarafından çıkar.

Tüm bu istisnai özellikler, bir alyansta göze çarpmayan, oysa paha biçilmez değere sahip birtakım pratik uygulamaların önünü açar.

Buna bir de altının ender, madenciliğininse zor olduğunu ve bu madenin ancak bir yıldızın ölümüyle harmanlandığını eklersek neden pahalı olduğunu anlayabilirsiniz. Fakat şimdilik işi burada bırakalım çünkü altına şu an hiçbir şey olmuyor, hiçbir şey.

Farklı bir şey görebilmek için başka bir atoma bakmanız gerekiyor. İşe bakın ki bir tanesi hemen yanı başınızda bitiyor.

Üstelik bu daha büyük. Görebildiğiniz kadarıyla doksan dört proton ve yüz kırk beş nötronun oluşturduğu bir merkezin etrafında dönen doksan dört elektronu var. İki yüz otuz dokuz kuark kodesi. Altınınkinden kırk iki tane fazla.

Bu atom, *plütonyum* denen kötü şöhretli elementin bir formu. 239 kuark kodesine sahip olduğu için plütonyum-239 diye anılır. Onun da tıpkı altın* gibi mutfağınızda bulduğunuzdan daha farklı türleri vardır. Onların merkezinde daha çok ya da daha az nötron olabilir ama proton sayıları daima birebir aynıdır, yoksa artık plütonyum –ya da altın– olmazlar.

Altını seyretmek o kadar ilginç değildi belki ama içinizden bir ses plütonyum-239'un çekirdeği içinde az sonra tuhaf bir hadisenin kendiliğinden gerçekleşeceğini söylüyor.

Hiç tereddüt etmeden atomun katman katman elektron kabuğu arasında yol almaya başlıyorsunuz. Sanal fotonlarla dolu engin boşlukları aşıyorsunuz. Sonunda çekirdeğe ulaşıyorsunuz. 239 kuark hapsi tam karşınızda duruyor. Güçlü nükleer kuvvet onları düzgünce istifli tutuyor ama sezgileriniz size nötronlardan birini hedef almanızı söylüyor.

Doğruca içine dalıyorsunuz.

•

* Ya da hidrojen veya herhangi bir atom.

Gürbüz gluonlarca bir arada tutulan iki aşağı, bir yukarı kuark var orada.

Ancak tam yerinizi alacağınız sırada, aşağı kuarklardan birine daha önce görmediğiniz bir sanal parçacık çarpıyor. Kendiliğinden ortaya çıkan ve aşağı kuarkınızı yukarı kuarka dönüştüren bir parçacık... Kuarkın ait olduğu nötron böylece protona dönüşerek kargaşa yaratıyor. Şimdi atom merkezi tümden dengesini yitirmiş durumda. Etki anında kendini gösteriyor ve dramatik sonuçlar yaratıyor.

Altıncı hissiniz size kaçıp saklanmanızı söylüyor ve mini-siz hızla merkezden ve elektron katmanlarından uzaklaştığında geri dönüp bakıyor, plütonyum çekirdeğinin tekrar tekrar parçalandığını, giderek daha küçük parçalara bölündüğünü ve bunların her birinin yanlarına elektron almaya çalıştığını ama başaramadığını görüyorsunuz. Sürecin her aşamasında aşırı enerjik parçacıklar ortaya çıkıyor ve içlerinden biri, yine daha önce görmediğiniz türden. Plütonyumunuz şu an bozunuyor. Hem de gözlerinizin önünde. Bozunmanın tüm ürünleri sağa sola fırlıyor. Yanarak tükenen bir havai fişek gibi. Tabii etrafta başka plütonyum-239 atomları yoksa... Ama mutfağınızda yok... O yüzden de her şey hızla sakinleşiyor.

Az önce bir yönüne tanıklık ettiğiniz şey, doğadaki bilinen dördüncü kuvvetti: Zayıf nükleer kuvvet ile onun, kuarkları birbirine dönüştürebilen sanal kuvvet taşıyıcıları. Bu kuvvet taşıyıcılarına *W* ve *Z bozonları* denir.

Gördüğünüz şey, bir atomun bozunarak daha küçük, kararlı atomlara dönüşmesiydi. Atom merkezinin kendiliğinden girdiği ve füzyonun tam tersi olan fisyondu. Diğer bir deyişle, radyoaktif bozunum. Radyoaktivite tamı tamına budur işte. Zayıf nükleer kuvvetse W ve Z bozonlarıyla birlikte bu işin yöneticisidir.

Wolfgang Pauli –dışlama ilkesini geliştiren Pauli– yüz yıl kadar önce bu tür bir atom bölünmesi üstünde çalıştı. Artık bildiğiniz üzere, o sırada henüz alanların varlığından habersizdi ama radyoaktif bozunma öncesi ve sonrasında gözlemlediklerini

karşılaştırınca bir miktar enerjinin eksik olduğunu fark etti. Bunun üstüne, o güne dek bilinmeyen ve söz konusu enerjiyi alıp götüren bir parçacığın varlığını öngördü. Çok küçük bir kütleye sahip, hiç elektrik yükü taşımayan, bir kez ateşlendikten sonra bildiğimiz hemen her maddenin içinden engelle karşılaşmaksızın geçip gidecek kadar ele geçirilemez bir parçacık.

Bugün böyle bir parçacığın var olduğu biliniyor. Siz de az önce gördünüz onu. Radyoaktif bozunumla etrafa fırlayan onca parçacık içinde, daha önce görmediğiniz parçacık işte oydu. Adı mı? *Nötrino*.

ABD'li fizikçi Frederick Reines ve meslektaşları 1956'da nötrinoları deneysel olarak saptadılar ve Reines kırk yıl kadar sonra, 1995'te, bu başarısıyla Nobel Kimya Ödülü'nü aldı. Onun da bir zamanlar dediği gibi nötrinolar gerçekliğin, insan denen varlığın şimdiye dek hayal edebildiği en küçük niceliğidir. Bugün nötrinoların (ki onlardan çok sayıda var) yalnızca zayıf nükleer alana ve kütleçekime tabi olduğunu biliyoruz. Elektromanyetik alana ve güçlü alana karşı tamamen tepkisizler.

Onlar için atomlar, gözünüze en başta göründükleri gibidir: Boş.

Bu da iyi bir şey.

Neden mi?

Nötrinolar atomlarla etkileşime giriyor olsaydı, başımız belada olurdu çünkü Güneş'te onlardan bolca üretiliyor.

Hatta fazlasıyla bol.

Cildinizin her bir santimetrekaresinden 60 milyar nötrino geçer.

Her saniye.

Üstelik sizi fark etmezler bile. Hem de hiçbiri.

Kulağa ne kadar sinir bozucu gelse de nötrinolar sizinle, örneğin, hiçlik arasındaki farkı anlayamazlar. İçinizden öylece geçip giderler. Sonra da Dünya'nın içinden.* Ardından da siz ya da

* Ama gündüzleri. Gece vakti yine içinizden geçip giderler. Tabii önce Dünya'nın içinden geçtikten *sonra*.

gezegenimiz hiç orada olmamış gibi uzaya doğru yolculuklarına devam ederler.

Şimdi, biliyoruz ki hepimize radyoaktivitenin tehlikeli olduğu ve plütonyum, uranyum, radyum ya da polonyum gibi radyoaktif maddelerden kaçınmamız gerektiği söylendi. Doğru. Ancak nötrinolar sizinle hiçlik arasındaki farkı anlayamadıklarından, tehlikenin nedeni olamazlar.

Söz konusu nedenin radyoaktif bozunma sırasında fırlayan diğer parçacıklarla ilgisi olması gerekir ve neyse ki siz de onlara artık yeterince aşinasınız.

Bozunan bir atomun merkezi parçalanır ve etrafa nötrinolar, kuark kodesleri, elektronlar ve ışık saçabilir. Bunlardan son üçü tehlikelidir.

İçlerinde en büyüğü birbirine bağlı dört kuark kodesini içerir: Tek bir yumru olmuş iki nötrino ile iki proton. İsmi *alfa parçacığıdır* ve aslında elektronları koparılmış bir helyum atomuna karşılık gelir. Dolayısıyla atom olabilmek için merkezinin başka bir yerden iki elektron çalması gerekir ki bu marifeti de birkaç şekilde gerçekleştirebilir. Yakındaki atomlardan birkaç elektron koparabilir (kaba), yakındaki atomlarla birkaç taneyi paylaşabilir (özverili) ya da boş gezinenleri sahiplenebilir (hayırsever).

İlk örnekte, elektronundan koparılan atom, kendine başka elektronlar aramaya başlar... Yakınlarda (bizim gibi, mutfağınızdaki siz gibi) canlı varlıklar varsa ciltteki atomlardan çalınan elektronlar tuhaf bir kimya doğurabilir ve bunun sonucunda da radyoaktif yanık denen şey oluşur. Alfa parçacıkların tehlikeli olmasının nedeni budur.

Radyoaktif bozunma ile ateşlenebilecek ikinci parçacık türü, diğer elektronları uzaklara fırlatabilecek (ve yine aynı türde bir tehlikeye yol açacak) çok enerjik bir elektron; üçüncü türü ise *gama ışını* adlı çok enerjik bir fotondur. Onlarla kozmosta yaptığımız yolculuğun başlarında karşılaşmıştık ve inanılmaz hızlı, enerjik frekansları dikkatimizi çekmişti.

Bir gama ışını sadece çarpmakla bir atomu elektronlarından ayırarak onu başka elektron bulmaya hevesli ve yine cildimizde yanıklar yaratan bir iyona dönüştürebilir.

Gama ışınları bundan çok daha kötüsünü de yapabilir.

Hiçbir şey onları bedenimizin yüzeyinde kalmaya zorlamaz ve onlar da cilde nüfuz ederek, derinlerde yerel bir yıkıma neden olurlar. Bunu sadece elektronları, atomun içindeki yuvalarından kovarak değil, hücrelerimizin merkezindeki DNA molekülü gibi molekülleri parçalayarak yaparlar. Bu şekilde organizmamızın, bedenimizin yaşamı için gerekli her şeyi oluşturmada kullandığı talimatları değiştirmiş olurlar. Sonuç ise genelde kanser ve/veya genetik mutasyondur.

Tüm bu olası sonuçlar ürkütücü. Aksini öne sürmek mümkün değil. Ancak işin iyi bir yanı da var. Tıpkı kütleçekim, elektromanyetizma ve güçlü etkileşim gibi, radyoaktivite de yıkıcı bir kuvvet olduğu halde, sürekli ve her yerde, çok düşük bir hızla bedeninizin içinde bile gerçekleşen doğal bir süreçtir... Ancak yüksek dozda radyasyona maruz kaldıysanız endişelenmeniz gerekir.

Aslında herkes radyoaktivitenin varlığına minnet duymalı. Evet, bizi öldürüyor ama o olmasa zaten doğmazdık. Dünya'da, ayaklarımızın bastığı yerin çok derinlerinde sürekli bozunan çok sayıda atom vardır. Sayıları eskiye göre azalmış olsa da Dünya'nın kabuk tabakası *radyoaktiftir*. Atomlar orada bozunmaya uğradıklarında, yaydıkları parçacıklar komşu parçacıklara çarparak ısı yaratır. Bu da gezegenimizi sıcak tutan ısının ta kendisidir. Radyoaktivite olmasa sismik ya da volkanik aktivite olmazdı. Yerküre yüzeyi milyarlarca yıl önce akıl almaz derecede soğuk olurdu. Bildiğimiz türden bir yaşam büyük olasılıkla olmazdı bile.

Radyoaktivite atomları parçalar. Radyoaktivite öldürür. Ama dünyamızı ısıtabilmek için gereklidir ve yıldızlar tarafından yaşadığımız gezegeni meydana getiren atomların içine depolanan enerjinin bir kısmını bize geri verir.

•

Uzay ve zamanın başlangıcına doğru yolculuğa koyulmanızdan önce son ve küçük bir yorum: Atom merkezinin fisyonu veya füzyonuyla bir bütün olarak bakılınca, atom enerjisi büyük miktarlarda enerjiler içerir ve bu enerjiler de insanın nükleer santraller yoluyla olabildiğince etkin toplamaya çalıştığı şeydir. Bizim yapabileceğimiz, bu tür teknolojilerin günün birinde temiz ve güvenli hale gelmesini ummak çünkü barındırdıkları potansiyel akıllara durgunluk verici.

Basında kötü temsil edilmelerine ve geçmişte belirsiz gerekçelerle kullanımlarına karşın, nükleer kuvvetler olmasa var olmayacağımızı asla unutmamalıyız. Radyoaktivite olmasaydı dünya üstünde yaşam imkânsız olurdu.

Tabii bizim bildiğimiz türden bir yaşam.

Beşinci Kısım

Uzay ve Zamanın Başlangıcına Doğru

1 | *Kendine Güvenmek*

Kimilerinin "damardan teorik fizik" diye adlandırabileceği şeye ilgi duymaya başladığımda yirmi iki yaşlarımdaydım. Daha öncesinde birkaç yıl soyut matematik eğitimi almıştım ve bu matematiğin güzelliğine hayrandım. Yunan düşünür Platon'un yirmi beş yüzyıl kadar önce, henüz gökler hakkında kimse bir şey bilmezken dediği gibi, matematik tanrıların insanlarla konuştuğu dildir.

Cambridge Üniversitesi'nde ileri matematik ve teorik fizik okumak için yaptığım başvuru kabul edildiğinde ilk düşüncem, "Harika! Gerçek dünya üstüne derin düşünce vakti geldi!" olmuştu.

Başıma geleceklerden ne kadar da habersizmişim. Tıpkı sizin de ilerleyen bölümlerde başınıza geleceklerden habersiz olduğunuz gibi.

Cambridge'de ilk yılıma başlamadan önceki yaz, bilimin çevremizi kuşatan dünyayla ilgili neler söylediği konusunda daha net bir fikir sahibi olabilmek için geçmiş ve günümüzün üstatlarına ait çalışmaları ve birkaç ders kitabını okudum. Özellikle kuantum dünyasına odaklandım. Nihayetinde, Dördüncü Kısım'da da keşfettiğimiz gibi, bizi biz yapan her şeyin en temelinde "çok küçüğün" dünyası yatıyordu. Evrenimizin içerdiği şeylerin tümünün yapıtaşını bulduğumuz yer orasıydı. Einstein'ın genel görelilik teorisini kullanabilmek için bile evrenimizin neleri içerdiği konusunda fikir sahibi olmak gerekiyordu. Aksi takdirde denklemler, büyük ölçeklerde evrenin neye benzediğini söylemiyordu.

Fizik dalında pek çok Nobel Ödülü, çok küçüğe ilişkin buluşlar yapan bilim insanlarına verildi.

Tahmin edeceğiniz gibi önümde uzanan yolculuk için çok heyecanlıydım ve bu öncü entelektüellerin teorileriyle boğuşurken, doğru anladığımdan emin olmak için inanılmaz düşüncelerinden bazılarını yazmaya başladım:

Kuantum mekaniğini kimsenin anlamadığını rahatlıkla söyleyebilirim sanırım.
Richard Feynman, 1965 Nobel Fizik Ödülü sahibi

Yüce Tanrı kurnazdır ama kötücül değildir.
Albert Einstein, 1921 Nobel Fizik Ödülü sahibi

Zihinde görsel olarak canlandırılmaya elverişli hiçbir dil, kuantum sıçramayı tanımlayamaz.
Max Born, 1954 Nobel Fizik Ödülü sahibi

Kuantum teorisi karşısında hayrete düşmemiş bir kimse, onu anlamamış demektir.
Niels Bohr, 1922 Nobel Fizik Ödülü sahibi

Tereddüdüm var. Tanrı kötücül olabilir.
Albert Einstein

Dalın kurucu babalarına ait bu gibi ifadeler, kendine en çok güvenen öğrencilerin bile inancını sarsmaya yeterliydi. Ama yine de dünyanın dört bir yanından gelen iki yüz genç kadın ve erkekle birlikte insan aklının sınırlarını zorlayan derslere katıldım ve dünyanın en eski matematik sınavı olduğu rivayet edilen "Mathematical Tripos" dersinin III. Bölüm sınavlarından geçtim. Dersler hâlâ ağırlıklı olarak soyut matematik içerikliydi ve öyle büyük miktarda yeni bilgi öğreniyorduk ki işin felsefesini düşünecek vaktimiz pek kalmıyordu.

Ardından balıklama dalış süreci geldi.

Cambridge'e gelişimden dokuz ay sonra zamanımızın en ünlü (ve parlak) fizikçilerinden Profesör Stephen Hawking bana, doktora öğrencisi olma ve karadeliklerle evrenin başlangıcı

üstüne çalışma fırsatını sundu. Derin düşünce artık bir zorunluluk olacaktı. Ben de bir sonraki yazı bulabildiğim, nasıl desem... Her şey hakkındaki her şeyin bir kez daha üstünden geçerek geçirdim ve aşağı yukarı sizin şu an kitapta vardığınız noktaya kadar geldim. Hawking'in danışmanlığında tüm bunları bir araya getirerek, çok çok daha ilerilere ulaşmak üzereydim. Şimdi aynısını yapmak üzere sıra size geldi.

Görecek ne mi kaldı?

Şöyle tadımlık bir şeyler vereyim.

1979'da üç teorik bilimciye fizik dalında çok özel bir Nobel Ödülü verildi: ABD'den Sheldon Lee Glashow, Pakistan'dan Abdus Salam ve ABD'den Steven Weinberg.

Bilim insanları yıllardır sizin de az önce eylem halinde gördüğünüz zayıf nükleer kuvvetin kendine özgü tuhaf bazı özelliklerini anlamaya çalışıyordu. Glashow, Salam ve Weinberg inanılmaz bir şey keşfettiler: Elektromanyetizma ve zayıf kuvvet, başka bir kuvvetin, uzun zaman önce var olmuş başka bir alanın, iki ayrı yönünden başka bir şey değildi. Üç bilim insanı, evrenin ilk günlerinde, gerçekliğimizi dolduran görünmez kuantum denizlerinden en az ikisinin bir zamanlar "tek" olduğunu buldular: *elektrozayıf alan*.

Bu, tek başına bile olağanüstü bir buluştu (Nobel Ödülü'nü de o yüzden hak etti) ama aynı zamanda çok ama çok daha büyük bir şeyin önünü açtı: Doğanın bilinen tüm kuvvetlerini tek bir kuvvette (dolayısıyla tek bir teoride) birleştirmek gibi cazip bir olasılık.

Bu noktadan kitabın bitimine dek deneyimleyeceğiniz her şeyin ardında işte bu tür bir birlik arayışı yatıyor. Bu amacı aklınızda tutarak, bir karadeliğin içinde uzay ve zamanın başlangıcına, hatta evrenimizin dışına yolculuk yapacaksınız.

Ancak oralara gidebilmek için öncelikle bir yerin içindeki her şey boşaltılırsa geriye ne kaldığını öğrenmeniz gerekiyor.

2 | *Hiç Diye Bir Şey Yok*

Hâlâ mutfağınızdasınız.

Gece karanlık ve sessiz.

Dünyanın şimdiye dek güzel olduğunu düşünüyorduysanız yolculuklarınızda öğrendiklerinizden sonra artık gözünüzde bambaşka bir şeye dönüştü. Şimdi her şey daha derin görünüyor gözünüze. Hem de güçle ve gizemle yüklü...

Mütevazı mutfağınız bile.

Etrafınızı kuşatan hava, Dünya'nın uzay-zaman eğiminden aşağı kayan, süzülen atomlarla dolu.

Uzun zaman önce ölmüş yıldızların merkezinde bir araya getirilmiş atomlar...

İçinizdeki, her yerdeki, radyoaktif bozunmayla parçalanabilen atomlar...

Ayaklarınızın altındaysa zemin var... Zeminin elektronları, zeminden geçip düşmenizi engelliyor ve bu sayede ayakta durmanızı, yürüyüp koşabilmenizi mümkün kılıyor.

İnsanoğlunun bildiği kadarıyla üç kuantum alandan meydana gelen ve (kuvvet olmadığı halde) dördüncü kuvvet diye anılan kütleçekim sayesinde dağılmadan bir arada duran gezegeniniz Dünya ise uzay-zamanın içinde ve uzay-zaman boyunca süzülüp gidiyor.

Tüm bunlar size saçma ya da basbayağı mucizevi görününce biraz daha kahve yapmaya karar veriyor ve salona giderek, sımsıcak, kaskatı, insana güven veren eski kanepenize oturuyorsunuz.

Zihninizde birbiriyle çarpışıp duran düşünceleri düzene sokmaya çalışıyorsunuz. Acaba hayatın anlamı oralarda bir yerde, hep birlikte gördüğümüz o şeyin ötesinde mi gizli? Hem şimdiye dek öğrendiklerinizin gerçekten de bir anlamı var mı?

•

Şimdiye dek gördüğünüzden de uzak yerlere doğru yola düşmeden önce izninizle şunu söyleyeyim: Dünya'nın esrarını çözmek, sonu gelmez bir süreçtir. Pek çoğu öyle olsa bile yanıtların tümü bilimde yatmıyor olabilir. İşin aslı, her şey beklentinize bağlı çünkü şimdiden uyarayım, son, başlangıçtan daha anlamlı görünmeyebilir. ABD'li teorik fizikçi Edward Witten'ın bir zamanlar dediği gibi, evinizin emniyetli ortamından uzaklardaki evren sizin rahatınıza göre yapılmadı.*

Büsbütün karanlık denizlere açılırken bunu akılda tutmak önemli olabilir çünkü bu tür bir önerme insanı alçakgönüllülüğe sevk etmekle birlikte, gördüklerimizi kişisel bir şekilde yorumlamamız için de olağanüstü bir özgürlük tanır. Bu da iyi bir şeydir çünkü ne kadar farklı bakış açısı olursa insanlık ve bilim için o kadar iyidir.

Şimdi gelelim, son bölümün sonunda da işaret ettiğim şeye. Bilinmeyenin kapılarından özgüvenle girmeden önce bilim insanlarının *vakum (boşluk)* dediği kavrama aşina olmalıyız. Vakum, teorik fizikçilerin kuantum gerçekliğimize ilişkin hâlihazırdaki anlayışlarının temelini oluşturur ve birbirinden farklı sayısız deneyle tekrar tekrar test ettiğimiz, doğruluğu akıl almaz derecede yüksek öngörülerde bulunmamızı sağlayan zihinsel bir kurgudur.

Evrenimizde herhangi bir yer, bir bölge seçin ve içinde ne varsa hepsini atın. Ama hepsini.

Gariptir ki o yeri, içerdiği her şeyden özenle arındırdığınız halde geriye kalan şey boş değildir.

Akla yatkın mı? Pek sayılmaz. Ama doğa, biz insanların neyi akla yatkın bulduğuyla ilgilenmez.

Şimdi, lütfen gözlerinizi yumun.

Neden mi?

Çünkü etrafınızdaki bazı şeyler, izlenmeye katlanamazlar ve karşılaşmak üzere olduğunuz vakum, onlardan biridir.

---

* Edward Witten Yedinci Kısım'ın sonunda karşılaşacağınız *sicim teorisi* diye anılan teorinin babalarından biri ve bu arada (Nobel Ödülü'nün matematikteki karşılığı) Fields Madalyası alan ilk ve tek fizikçidir.

Hazır olduğunuzdan emin olmak için biraz durup gevşeyin ve güzelim tropik adadan evinize yaptığınız uçak yolculuğunu düşünün.

Kalkıştan kısa süre sonra uyuyakalmıştınız. Hatta sorsaydınız yanınızda oturan tuhaf adam muhtemelen uçuş boyunca horul horul horladığınızı söyleyecekti.

Peki, siz sekiz saat uyurken neler oldu? O süreçte hangi zaman dilimlerinden geçtiniz? Hem sahi, hiç kimse bakmazken, *herhangi* bir uçak gökte hangi rotayı izler?

Uçuşunuz hakkında tek bildiğiniz, uykuya dalmadan ve uyandıktan sonra gördükleriniz. Uçak uzaklardaki adanın pistinden havalanırken pencereden baktınız, sonra da yaşadığınız yere emniyetle inişini izlediniz. Bu ikisinin arasında, uçuş rotasına dair aklınızda herhangi bir iz yok. Neler olduğunu hiçbir şekilde bilmiyorsunuz.

Peki, ya biri size uçağın tamamen beklenmedik bir rota izlediğini söylese? Jüpiter üzerinden, mesela. Ya da bir nötrino gibi Dünya'nın içinden geçerek. Veya zamanda ileri ve geriye doğru? İnanmakta zorlanırdınız herhalde.

Ama rüya olsun olmasın, Üçüncü Kısım'da böyle tuhaf bir gezintiyi deneyimleyerek, kendi sekiz saatlik zamanınızda, dünyanın 400 yıllık geleceğine gittiniz. Dolayısıyla olanları daha yakından ele almamız gerekiyor.

Artık böyle bir şeyin gerçek olabilmesi için uçağınızın olağanüstü hızlı uçmuş olması gerektiğini biliyorsunuz. Gerçekten de ışık hızına yakın bir hızla uzayın derinliklerine gitmiş ve ardından tam 400 yıl yaşlanmış bir Dünya'ya geri dönmüş olması gerekirdi.

Gerçek hayatta uçağınızın izleyeceği böylesi bir rota veya benzeri tuhaf bir rota fikrine karşı sağlam bazı argümanlarla karşılaşabilirsiniz. Peki, ya uçağınızın siz uyurken uzaya *gidip dönmekle* kalmayıp uykuya daldığınız yer ve zamandan, uyandığınız yer ve zamana giden *olası ve olasılık dışı tüm rotaları* aynı anda izlediğini söylesem? Dünyanın içinden geçip geldiğini, Jüpiter'in etrafını dolaşıp geldiğini söylesem? Bunların hepsi birden oldu, desem...

Muhtemelen beni bir daha ciddiye almazdınız, değil mi?

Güzel.

Demek ki artık boşluğa bakmaya hazırsınız.

Kahveniz, vazolar, kanepeniz, eviniz, her şey gitmiş.

Sadece zihinlerin gidebildiği dünyaya döndünüz ve bir gölgeden hallicesiniz: Tamamen şeffaf ama şekilli. Etrafınızı kuşatan şeylerden etkilenmiyor, onlara etki etmiyorsunuz.

Ne var ki etrafınızı kuşatan şeyler de pek öyle anlaşılır gibi değil.

Görebildiğiniz kadarıyla etrafta... Evet, hiçbir şey yok.

Sadece sonsuzluğa dek uzanan karanlık var her yerde.

Artık bu tür keskin manzara değişikliklerine alıştığınızdan, bir zamanlar içerdiği her şeyden arındırılmış bir evreni çok andıran şeyin içinde tatlı tatlı süzülüyorsunuz.

Manzara ilk başta hayli yatıştırıcı. Ama çok geçmeden, kabul edin, sıkılıyorsunuz. Yapacak daha iyi bir şey bulamayınca az önce uçakta uyuyakalmakla ilgili söylediklerimi yeniden gözden geçiriyorsunuz.

Acaba bir uçak, *gerçek* bir uçak, sahiden hiç beklenmedik bir şekilde uçabilir mi? Çeşitli dolambaçlı rotalar konusunda açık fikirli olmayı anlayabilirsiniz ama ya Dünya'nın içinden geçip gitme fikri? Ya da zamanda ileri geri gitme fikri? Yok artık!

E, haklısınız tabii. "Yok artık!" böylesi gülünç bir düşünceye verilecek en doğal tepki.

Ancak yine de açık fikirli olmayı sürdürmelisiniz çünkü bir uçak için çılgınca gelen şey, bir parçacık için öyle olmayabilir.

O zaman gelin parçacığı düşünmeye başlayalım. Kimsenin izlemediği bir parçacık. Bir yerden bir yere gittiğini hayal edin. Ayrılma ve ulaşma noktalarında sadece sizin tarafınızdan saptanıyor. Evet, şimdi yine aynı soru: Eğer bakmazsanız parçacık bir yerden diğerine gitmek için hangi yolu izler?

E, duruma bağlıdır herhalde...

Ama hayır, duruma *bağlı değil*. Bu fikir, bir uçak için soyut gelebilir ama bir parçacık için gerçek bir olgudur. Parçacık sahiden

de, kimse bakmadığı sürece akla yatkın gelen, gelmeyen, hayal edilebilecek *tüm* rotaları izler. Parçacıklar şimdiye dek gündelik yaşamınızda gördüğünüz ya da deneyimlediğiniz her şeyden farklı hareket eder ve davranırlar. Atomun içinde gezinirken ve elektronlarla diğer her şeyin küresel bir madde yığınlarından ibaret olmadığını görürken bu konuda biraz fikir sahibi olmuştunuz. Şimdiyse daha derin bir gerçeğe yaklaşıyoruz: Kuantum alanlar parçacıklara tuhaf şeyler yaparlar.

Bir kuantum alana ait olmak, parçacıkların sahiden de sürekli kendilerinin pek çok imgesine bölünmeleri demektir. Üstelik tüm bu imgelerin izlediği rotalar, uzay ve zamanda var olabilecek her bir noktayı doldurur. Ancak canınız bir parçacık saptamak istediğinde, onu ancak belirli *tek bir* zaman ve yerde bulma şansınız, daha doğrusu olasılığınız vardır.

Daha da kötüsü: Henüz saptanmadan önce bir madde ya da ışık parçacığının sayısız imgesinin kendisi de bölünüp başka bir şeye dönüşebilir. Sonra yeniden başta olduğu parçacığa geri dönebilir. Işığın elektrona, elektronların ışığa dönüşebilmesi gibi evrenimizdeki tüm parçacıklar da biz bakmazken başka bir şeye dönüşebilir. Kuantum parçacıklar küçük sinsi varlıklardır: Doğa, kendi haline bırakıldığında olabilecek ne varsa olur. Bana inanmıyorsanız kendiniz bakın.

İçinde süzüldüğünüz bitmek bilmez uzay gecesinde bir şeyler oluyor: Beyaz, kapısız, küp şekilli bir oda belirmeye başlıyor etrafınızda ve çok geçmeden kendinizi odanın içinde buluyorsunuz. Duvarların tamamı minicik, bembeyaz dedektörlerle kaplı. Hem de milyonlarcasıyla.

Tam karşınızda, kapısız odanın ortasında, eliniz genişliğinde dikey metal bir direk, yerden tavana uzanıyor.

Odada bunun dışındaki tek şey, tenis topu fırlatan mekanik aygıtları andıran sarı bir makine. Bu küçük antika robot, fırlatma tüpünün ucundan adeta gözlerini dikmiş size bakıyor.

Belli ki kibarlığa programlanmış, hemen size "merhaba" diyor.

Ağzı, gözü, kulakları ya da herhangi bir şeyi yok ama epey çatlak bir sesle yine de konuşuyor.

Neme lazım düşüncesiyle "Selam," diyor ve soru sormaya yelteniyorsunuz.

Ancak makine sözünüzü keserek, içinin vızır vızır dolanan parçacıklarla dolu olduğunu ve şimdi onları teker teker odanın karşı tarafına fırlatacağını söylüyor.

Eğer bunların ışık mı yoksa madde parçacığı mı olduğunu merak ediyorsanız yanıt, ikisinden biri olabileceğidir çünkü az sonra tanıklık edeceğiniz şey söz konusu olduğunda, madde ve ışık temelde aynı davranır.

Daha fazla bekleyemeyen robot, birdenbire geri sayıma başlıyor.

"Üç... İki... Bir..."

Tüpten bir parçacık çıkıyor ve bir an sonra odanın karşı ucunda bir zil çalıyor. Robotun kendinden pek memnun olduğunu hissediyorsunuz.

Azıcık yana eğiliyor ve metal direğin arkasında kalan dedektörlerden birinin siyaha döndüğünü fark ediyorsunuz.

"Birinci soru: Parçacık oraya nasıl gitti?" diyor robot.

Profesörümsü, ifadesiz ses tonuna aldırış etmeden, gidip top fırlatıcının önünde duruyorsunuz. Fırlatma tüpünün parçacığı ateşlediği noktadan çıkan dümdüz bir çizgi, kararmış dedektörle birleşiyor. İzlenen dümdüz rota, metal direğe değer gibi görünüyor ama tam değmiyor.

"İşte, izlediği rota bu," diyorsunuz, parçacığın izlemiş olabileceği tek olası yönü işaret ederek.

"Yanlış," diyor robot hiç uzatmadan.

"Pardon?" diyorsunuz şaşkınlık içinde.

Robot, "Hangi yönü işaret edersen et, yanıtın doğru değil," diyor ve hesapta programlandığı kibarlığından kuşkulanmanıza neden oluyor.

"İyi de olası sadece tek bir yol var! Şu an ona bakıyorum."

"Duyularına ve sezgine güvenirsen," diye devam ediyor robot, "yanlış yanıt vermeyi sürdürürsün. Her insan bu odaya ilk

geldiğinde böyle yapar. Oysa kuantum parçacıkların uyduğu kurallar, sizlerin gündelik yaşamınıza hükmeden kurallarla aynı değildir. Duyularınız ve sezginiz bu parçacıklar söz konusu olduğunda işe yaramaz. Unut onları."

Tavrını kaba bulsanız da, robot kesinlikle doğru söylüyor. Basit görünümüne karşın robot bu kitapta dünyanın en gelişkin bilgisayarı işlevini yerine getiriyor ve nasıl bilgisayarlar gerçek hayatta genelde bilim insanının en iyi dostuysa, teorilerini canlandırmalarına yardımcı oluyorsa, bizim robot süperbilgisayarımız da kitabın geri kalanında çok yararlı olacak.

Bu robot insanlık tarafından bilindiği şekliyle doğa yasalarına uyan her şeyin simülasyonunu yapabiliyor. İçinde bulunduğunuz beyaz oda, örneğin, bilgisayarın bir yaratımı. Ancak oda içinde olup biten her şey, doğanın bilinen yasalarına uygun.

Şimdi gelelim robotun fırlattığı parçacığa: Gözünüze dümdüz gitmiş gibi görünebilir ama parçacıklar çok küçüğün dünyasına aittirler ve bu yüzden de sağduyu alanının ötesinde kalırlar. Bilgisayar yanıldığınızı söyledi çünkü az önce olanların, gözlerinizin saptayabildikleriyle ya da ne kadar akıllı olduğunuzla bir ilgisi yoktu. Bilgisayar doğayla ilgili konuşuyordu ve doğa bu konuda hem denetlenemez nitelikte hem de gayet açıktır: Kuantum parçacıklar tenis topu gibi değil, kuantum parçacıklar gibi davranır. Bir yerden bir yere gitmek için uzay ve zamanda olası *tüm* yolları izlerler; yeter ki bu yollar başlangıç noktalarını varış noktalarına bağlasın. Robotun fırlattığı parçacık, gerçek anlamda her yere gitti. Hem de aynı anda. Direğin sağına ve soluna. Direğin içinden geçti. Odanın dışına çıktı. Geleceğe ve yeniden şimdiye. Sonunda duvardaki dedektörlerden birine çarpana dek.

Durun, endişelenmeyin: Mutlaka anlamak zorunda değilsiniz. Aslında anlayıp anlamamanızın önemli de yok; sadece doğanın işleyişi *böyle*. Kimse bakmadığında parçacıklar *gerçekten* de uzay-zamanın sunabileceği olası tüm yolları takip ederler. Odanın ortasındaki metal direk hiçbir şeyi değiştirmez. Aslında o sadece istenen şeyi görsel olarak vurgulamak için orada. Direği

kaldırsaydınız bile parçacık yine direğin bulunduğu yerin solundan *ve* sağından geçecekti.

Öte yandan, duvarlardaki dedektörler bir fark yarattılar: Onlardan birine çarpmak, parçacığın sonunda *bir yerde* görünmesini sağladı.

Parçacık fırlatan sarı robot yanınızda sarsılmaya ve ısınmaya başlıyor. Arızalanıyor mu acaba, diye düşünmeye başlıyorsunuz ama o, sorunuzu tahmin ederek aniden konuşmaya başlıyor.

"Her şey yolunda. Şu an zamanı yavaşlatıyorum. Biraz enerji gerektiriyor da... Sen bir daha gözünü kırptığında ben yine parçacık fırlatacağım. Bir parçacığın fırlatma tüpünden duvara giderken izlediği tüm yolları görebilsen odada nasıl bir manzara olurdu, şimdi anlayacaksın."

Hiç farkında olmadan göz kırpıyorsunuz ve robot gerçekten de geri sayıma başlıyor. Zamanın akışı yavaşlıyor.

"Üç... İki... Bir..."

Parçacık robottan olağanüstü yavaşlatılmış halde çıkıyor. İlk anda bulanık bir bulutu andırıyor. Sizse fırlatma tüpünün tam arkasına geçiyor ve parçacığın bölünerek, adeta sonsuz sayıda kendi hayalet imgesine ayrılışını gözlemliyorsunuz. Bir dalga aslında bu hayalet imgeler. Ait olduğu arkaplan alandan doğarak, uzay ve zamanda, direğin sağı, solu ve içi de dahil her yönde ilerleyen, oda duvarlarının içinden geçen ve zihninizin hayal edebileceği kadar çok olasılığa ayrıldıktan sonra aniden odanın karşı tarafında bir noktaya odaklanarak, yine bir dedektörü tetikleyen bir dalgalanma. Bir zil çalıyor, dedektör kararıyor ve zaman normal akışına dönüyor.

Az önce bilgisayarın beyaz oda simülasyonu sayesinde gördüğünüz, bilim insanlarının kimse bakmadığında parçacıklara neler olduğu konusunda inandıkları şeydi. Biri baktığında ise tüm kurallar değişir. Radarların uçuşu boyunca takip ettiği bir uçak, belirlendiği konumdan başka bir yerde olamaz. Benzeri şekilde, duvardaki dedektörle yapıldığı gibi bir parçacık belirlenmeye çalışıldığında, parçacık artık her yerde olmaktan çıkar, bir yerde

olur. Ancak içinde insanlar bulunan uçağın aksine bir parçacık, kimse bakmazken gerçekten her yerdedir.

İlk bakışta tüm bunlar ormanda devrilen ağaç örneğini düşündürebilir: Kimse duymadıysa gerçekten ses çıkmış mıdır? Hazır düşünüyorken, ağaç gerçekten düşmüş müdür?

Ama bizim konuştuğumuz şey felsefe değil, doğa. *Etrafımızı* kuşatan, bizi oluşturan parçacıkların nasıl davrandıklarını konuşuyoruz.

Peki, parçacıklar –doğa– neden bir insanın kendisini gözleyip gözlemediğine aldırış etsin? Pek çok bilim insanı bu soruya uzun uzadıya kafa yordu. Sonunda bazıları çılgın birtakım yanıtlarla çıkageldiler ki onlara Altıncı Kısım'da değineceğiz. Şimdilik, az önce tanıklık ettiğiniz şeyin doğruluğunun sayısız deneyle kanıtlandığını söylemekle yetinelim. Parçacıklar her yerdedir ve sonra bir anda her yerde olmayı bırakırlar. Simülasyonda robotun fırlattığı parçacıkları odanın duvarında bir yere çarpmaya zorlayan, bizzat dedektörlerdi.

"Aklın karıştıysa normal," diyor robot. "Sana gerçekliği araştırma eyleminin kendisinin, gerçekliğin doğasını değiştirdiğini gösterdim."

"Nasıl yani?" diyorsunuz, kaşlarınızı çatarak.

"Gerçeklik, ona baktığınız zaman değişir," diye tekrarlıyor robot, duygusuz bir sesle. "Bu konuda aklınızın karışması normaldir."

Anlaşılan şu çok küçük kuantum dünyası, bir olasılıklar karışımı.

Tüm parçacıkların ait olduğu kuantum alanlar, işte bu olasılıkların toplamı ve ne zaman biri bir parçacığın doğasını araştırmaya kalksa sadece *bakmanın* sonucu olarak, sadece *saptama* eyleminin sonucu olarak, var olan tüm olasılıklar içinden bir şekilde *bir tanesi* seçiliyor. Bunun neden ya da nasıl olduğunu bilen yok ama sonuç yine de ortada. Kuantum dünyayla etkileşime geçtiğinizde, çokluk tekliğe dönüşür. Tıpkı başka birinin bakış açısına göre, belli bir konuda sahip olduğunuz ya

da olmadığınız tüm düşüncelerin, biri onları dile getirdiğinizi duyduğu noktada teke indirgenmesi gibi. İşte beyaz odanın geri planındaki dedektörlerin yaptığı da buydu. Robotun fırlattığı parçacığı, her yerde olmayı sürdürmek yerine, bir yerde olmaya zorladılar ve onun aynı anda her yerde olma özelliğini elinden aldılar.

Bunun olası sonuçları yavaş yavaş zihninizde belirdikçe, halen gölgeden ibaret olmanıza rağmen tüyleriniz diken diken oluyor. Acaba doğru bir saptama aygıtıyla gerçekliğe hükmedebilir misiniz? Sırf saptamaya çalışma eylemiyle parçacıkları –maddenin kendisini– o veya bu şekilde hareket ettirebilir, evreni gönlünüzce yoğurabilir misiniz? Witten evrenin bizim rahatımız için yapılmadığını söylemişti ama belki de yanılıyordu...

Heyecandan başınız dönmeye başlamadan önce üzülerek belirteyim: Witten yanılmıyordu ve içinizde yeni keşfettiğiniz bu güç de bir seraptan ibaret. Evreni gönlünüzce yoğuramazsınız çünkü kuantum dünyasını oluşturan tüm kuantum olasılıklardan hangisinin bir bakışın ardından gerçek olacağını kestirmek imkânsızdır. İşte bu da, evreni meydana getiren alanların sihirli özelliklerinden biridir. Kuantum dünya bizim *kesinlik* diye *düşündüğümüz şeyi, olasılıklara ya da olabilirliklere* dönüştürür. Bu olabilirlikleri deneylerle araştırabiliriz ama deneylerin sonuçlarını kimse kendinden emin öngöremez. Tıpkı yazı tura veya zar atma gibi. Bilim insanları bu belirsizliğin bilgilerinde eksik olan bir şeylerle bağlantılı olduğunu düşünüyorlardı ama öyle olmadığı, Kuzey İrlandalı fizikçi John Stewart Bell'in 1964'te yayınladığı ünlü teoremle kanıtlandı. Bell'in teoremi sayesinde Fransız fizikçi Alain Aspect, kesinlikler yerine olasılıkların varlığının, çok küçüğün dünyasının olduğu gibi kabul etmemiz gereken bir özelliği olduğunu deneysel olarak gösterdi.

Pekâlâ.

Tüm bunların, inceleyeceğiniz şu boşlukla ne ilgisi var? Az sonra göreceksiniz.

Dedektörlerle dolu beyaz oda, ortasında duran metal direkle ve "hoşça kal" demeye zahmet bile etmeyen sarı robotla birlikte kayboluyor.

Yeniden kozmik geceye benzer şeyin ortasına döndünüz; yalnızsınız ve etrafınız hiçlikle çevrili.

Küçülerek mini boyutunuza geliyor ve bir şeylerin yavaş yavaş hareketlenişini izliyorsunuz.

Sanki... Sanki tam karşınızda bir parçacık (belki iki taneydi; emin değilsiniz) belirdi ve bir ışıkla aniden kayboluverdi.

Etrafta hiçbir şey yoktu, sonra bir şey var oldu, şimdi yine yok.

Garip.

Şimdi bir daha oluyor. Bir daha. Sayısız defa tekrarlanıyor, her yerde.

Tanıklık ettiğiniz şey, görünüşe göre parçacıkların kendiliğinden hiçlikten var olması. Üstelik bu parçacıklar, artık her niye kayboluyorlarsa kaybolmadan önce kuantum özgürlüklerinin izin verdiği olası tüm yollardan geçiyorlar.

Bu ifadenin son kısmını kabullenmekte zorlanmazsınız. Gözetimsiz kuantum parçacıkların böyle davrandığını beyaz odada gördünüz. Ama nasıl oluyor da hiçlikten var oluyorlar?

Etraflarını kuşatan şey, hiçlik değil. Kuantum alanlar var orada.

Parçacıkların ortaya çıkabilmek için kuantum alanlardan enerji ödünç almaları gerekir. Söz konusu alanlar, uzay ve zamanın içinde her yeri doldurduğundan, parçacıklar gerçekten de herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde ortaya çıkabilirler. Evrenin hiçbir yerinde gerçek boşluk diye bir şey olmamasının nedeni budur.

Bakışlarınızı karanlığın daha da derinlerine odaklıyorsunuz ve aniden gözünüzün önünden bir perde kalkmışçasına her şeyin ardındaki gerçeği görüyorsunuz. Parçacıklar. Kaynaşıyorlar. Her yerdeler. Her şeyin içini dolduruyorlar. Durmaksızın dalgalanan

döngülerden ibaret, fokurdayan bir zeminde dört bir yana fırlıyorlar. Sanal parçacıkların hepsi hareket ediyor, hepsi birbiriyle etkileşime giriyor, anlık ışık ya da enerjiler halinde puf diye görünüp kayboluyor. Her yerde beliren, hiçbir noktayı boş bırakmayan olağanüstü bir havai fişek gösterisi. Kısacası bir zamanlar uzayın engin boşluğunu doldurduğunu sandığınız "hiçliğin" neredeyse tam tersi.

İşte bilim insanlarının *vakum* (*boşluk*) dedikleri şey bu.

Her şey çıkarıldığında geriye kalan budur: bünyelerinde aniden ortaya çıkıp her yere hareket ettikten sonra yeniden hiçliğe karışan sanal parçacıklarıyla, olabilecek en düşük enerji seviyelerinde bulunan kuantum alanlar.

Bir kez daha söyleyeceğim: Evrenimizde boşluk diye bir şey yok.

İçinden her şeyin çıkarıldığı bir yerde, hiçbir şey kalmamasını beklemeniz mantıklı. Ancak gerçek şu ki tıpkı uzay ve zamanı herhangi bir yerden çıkarıp alamayacağınız gibi, kuantum alanların boşluğunu da alamazsınız.

Peki ama boşluk sahiden boş değilse –kuantum alanın boşluğu, alanın içinde belirebilecek tüm parçacıklarla tanımlanıyorsa– insanın aklına gayet yerinde bir soru geliyor: Bir boşluk her yerde aynı mıdır, yoksa yapısı bir yerden diğerine değişiklik gösterir mi? Çoğul soracak olursak: Çok sayıda boşluk (İngilizcede çoğulu *vacua*) var mıdır?

Hollandalı fizikçi Hendrik Casimir'in 1948'deki öngörüsüne göre yukarıdaki gibi tanımlanan bir boşluk söz konusuysa tüm bunların teorik bir fantezi değil, evrenimizin gerçek bir olgusu olabilmesi için etrafta sahiden farklı boşluklar olması, hatta o boşlukların da dünyamız üstünde çok somut bir etkisi olması gerekiyordu. Belirlenebilecek bir etki.

Çok-yönlü tekerlerin üstüne monte edilmiş ve havayla dolu bir odayla, suyla dolu bir odayı birbirinden ayıran bir duvar hayal edin. Suyla hafifçe yana doğru ittirilen duvarın, tekerler üstünde hava dolu odaya doğru kaymasını beklersiniz. Şimdi de birbirine dönük ve paralel duran iki küçücük metal plaka hayal

edin. Kendi hallerine bırakılsalar, tıpkı su dolu ve hava dolu odaları ayıran duvar gibi onların da hareket etmesi, sınırlarını belirledikleri boşluk ile ikisinin de uzağında kalan boşluk arasındaki fark yüzünden birbirlerini itmeleri –ya da çekmeleri– gerekir.

Neden mi?

Plakaların arasındaki alana kıyasla dışında daha fazla alan olması gibi basit bir nedenden dolayı. Bu yüzden, plakalar arasından yoktan ortaya çıkan sanal parçacıklar, dışarıdakilerden farklıdır ve bu da boşlukları birbirinden farklı kılar.

Sonuç olarak plakaların hareket etmesi gerekir ve ABD'li fizikçi Steve Lamoreaux ile meslektaşlarının 1997'de deneysel olarak da doğruladıkları gibi, gerçekten de hareket ederler. Bu fenomen, *Casimir etkisi* adıyla bilinir.

Casimir etkisi boşluğun olmadığını doğrular ve daha da ileri giderek, farklı türden vakumların oluştuğunu ve bir kuvvete yol açtığını gösterir: Vakum kuvvetine.*

Bu arada çok çok derin bir sırra çözüm bulduğunuzu da fark etmiş olabilirsiniz.

Bir süredir bildiğiniz gibi, evrendeki tüm parçacıklar, kuantum alanların bir ifadesinden başka bir şey değiller. Denizdeki dalgalar gibi. Havaya fırlatılan toplar gibi. Ait oldukları kuantum alandan doğan ve yayılan hem parçacık hem de dalgalardır hepsi.

Şimdi, çok küçüğün dünyasını araştırırken, karşınıza çıkan tüm temel parçacıkların daima aynı olduğunu fark etmiştiniz, hatırlıyor musunuz? Herhangi iki elektronun daima tamı tamına aynı olduğunu?**

Nasıl olabilir bu?

Gündelik yaşamınızda böylesi bir kusursuzluk mevcut değil. Ne yaparsanız yapın, neye bakarsanız bakın, ne inşa ederseniz

---

* Elektronik aygıtlarımız giderek küçüldükçe mühendisler bu etkiyi daha çok göz önüne almak zorunda kalacaklar.

** Bu aynı zamanda kuarklar, gluonlar, fotonlar ve tüm kuantum alanların diğer tüm temel parçacıkları için de geçerlidir.

edin ya da ne düşünürseniz düşünün, birbirinin birebir aynısı iki şey yoktur. Ya da iki kişi (ikizler bile). Veya iki kuş. İki düşünce. Asla. Benzer *görünseler* bile özdeş değillerdir. O zaman nasıl oluyor da tüm elektronlar ve diğer temel parçacıklar kendi türünün herhangi bir örneğiyle daima *tamamıyla* ve *kusursuzca* özdeş olabiliyor?

Yanıt, evrendeki tüm temel parçacıkların, onları her an yeniden geri yutabilecek aynı arkaplan oluşumlardan kaynaklanmasında saklı: Bir kuantum alanın vakumundan. Evrenimizin tamamını dolduran görünmez arkaplan denizlerden...

Tüm elektronlar elektromanyetik alanın özdeş ifadeleridir ve hepsi o alanın vakumundan kaynaklanarak, ondan yayılır. Tüm fotonlar da öyle.

Bir elektron ne zaman gerçeğe dönüşse etrafını kuşatan elektromanyetik alan vakumunun yarattığı bir itkiyle hayaletimsi ataletinden uyanmış demektir. Ne zaman bir gluon beliriverse güçlü etkileşim alanın vakumundan verilen ya da alınan bir enerjiden geliyor demektir. Ne zaman radyoaktif bozunma oluşsa zayıf alan vakumu işin içindedir ve temel nötrinolarını fırlatır. Ayrıca bir vakum ne kadar enerjikse içinden o kadar çok temel parçacık çıkabilir.

Pekâlâ, güzelce kaptırdık gidiyoruz; iyisi mi, durmayalım: Görünüşe bakılırsa tüm alanlar aynı davranıyor, hepsi aynı kurallara uyuyor. Peki, ya kütleçekim?

Kütleçekimin etki ettiği her yerde, aslında bir kütleçekim alanı da devrededir. Gerçi bu alan diğerlerinden farklıdır —en azından şimdilik— çünkü kimse onun nasıl *kuantum* alan olabildiğini bilmiyor. Daha sonra göreceğiniz gibi, felaket niteliğinde sorunlara yol açmamayı başararak bir kütleçekimsel alan vakumundan parçacıkların kaynaklanmasını sağlamanın yolunu bilen yok. Ama bu mümkün olsaydı o zaman kütleçekim de diğer alanlar gibi kütleçekim alanından kaynaklanacak ve kütleçekim kuvvetini taşıyacak parçacıklar içerirdi. Bu parçacıklara *graviton* deniyor. Gravitonlar henüz saptanamadı ve

uzay-zaman bükülmeleri de hâlâ kütleçekim eylemini açıklamanın en iyi yolu.

Ancak onlarsız bile ve yapı itibarıyla kuantum olmasa bile, kütleçekim yine de bir alandır. Bu da, bugüne dek bildiğimiz her şeyi tanımlamada kullandığımız alanların toplam sayısını dört yapar.

Ama niye dört?

Neden dört temel alan olmak zorunda?

Neden doğanın davranışını açıklayan, beş, on, kırk iki ya da 17.092.008 alan yok?

Peki, ya onlara karşılık gelen vakumlar? Onlar birbirlerinin varlığını ayırt etmeksizin her yerde aynı ortamı mı işgal ediyorlar? Kulağa garip geliyor, değil mi? Tek bir alan olsa hayat çok daha sade olmaz mıydı?

Olurdu.

Üstelik sadelik teorik fizikçilerin daima peşine düştüğü bir şeydir. Hatta onların hayal gücünü harekete geçiren şeydir. Bu yüzden de yukarıdaki, bilinen dört alanı birleştirerek, bir tane elde etmeye çalıştılar.

Hepsine hükmedecek bir alan, diyebilirsiniz.

Ne var ki söylemesi kolay, yapması zor bir şey bu.

Alanların temel parçacıkları aynı değil. Üstelik içlerinden birinin (kütleçekim) saptanmış parçacıkları bile yok.

Öte yandan, bir alanı uyarmak, diğerini uyarmaktan farklı sonuçlar veriyor. Üstelik aynı yükleri de içermiyorlar. Özellikleriyse hiç aynı değil: Elektromanyetizma, etkileri açısından uzun erimli ve ya çekici ya da itici özellikte olabiliyor. Kütleçekim sadece çekici özellikte, güçlü etkileşimse çok kısa erimli ve...

Ve yine de...

İki farklı malzemeden bir alaşım yaratabilmek için onları ısıtmanız gerekir. Yeterli sıcaklığa gelene dek ısıtırsanız eriyerek *yepyeni* bir şeye, ikisinin bileşimi olan yeni bir malzemeye dönüşürler.

Alanların birleştirilmesi konusunda da aynı mantık işleyebilir. Ancak bunun için akıl almaz miktarda enerji gerekir.

Elektromanyetik ve zayıf nükleer alanları tek bir alana dönüştürmek için bir milyon kere bir milyar derece gerekecektir.

Bir milyon kere bir milyar derece kesinlikle bugün bildiğimiz doğa sınırlarının ötesinde.

Ama durum geçmişte hep böyle olmamış olabilir.

Aslında böyle muazzam miktarda bir enerji uzun zaman önce, evren daha genç ve küçükken *gerçekten de* oluşmuştu. Hem de her yerde. Doğanın o zamanlar nasıl davrandığını kâğıt üstünde anlamaya çalışan Salam, Glashow ve Weinberg, elektromanyetik alanı zayıf alanla birleştirerek, elektrozayıf alanı keşfettiler. Aşırı koşullar altında tek bir alanın, günümüzde mıknatıslar ve radyoaktiviteyi ayrı ayrı kontrol eden iki alanı içermiş olduğunu gördüler.

Bir sonraki adım, bu yeni alanı, bilinen üçüncü kuantum alanla, yani kuarklarla gluonların atom çekirdeği içindeki etkileşimini yöneten güçlü etkileşim alanıyla birleştirmek. Böylece Büyük Birleşik Teori gibi afili bir isimle anılan şeyi yaratabileceğiz. Bunun içinse daha da çok enerji gerek.

Ne kadar mı çok?

Baş döndürücü miktarda. Bir ya da iki milyar derece eklemenin büyük bir fark yaratmayacağı kadar çok.

Peki, nereden biliyoruz, tüm bunların gerçek olduğunu?

Salam, Glashow ve Weinberg'in meseleyi doğru anladığını nasıl biliyoruz? Ayrıca "bir"in, "üç" ya da "dört"ten daha mantıklı gelmesi dışında, gerçekten Büyük Birleşik Teori diye bir şeyin var olduğunu ve bulunmayı beklediğini nereden biliyoruz?

Biliyoruz çünkü yeni bir alan yaratmak için alanları birleştiren fizikçiler, bu tür yeni bir alanın kendi temel parçacıkları ve kuvvet taşıyıcıları olması gerektiği öngörüsünde bulundular. Öngörüyü sınamak için de parçacık çarpıştırıcılar yaptılar ve hâlihazırda var olan parçacıkları birbirleriyle çarpıştırdılar. Bu tür çarpıştırıcılarda sadece parçacıklar parçalanarak nelerden meydana geldiklerini bize göstermezler, aynı zamanda çarpışmanın

etrafındaki muazzam enerji de, evrenimizde kendini belli etmeyen ne gibi alanlar varsa onları uyarır.

Bu tür çarpışmaların etrafında oluşan maksimum enerji, 2015 itibarıyla yaklaşık 100 milyon kere milyar dereceye karşılık geliyordu. Kulağa çok büyük gelse de, burada *parçacık* hızlandırıcıdan söz ettiğimizi unutmamalıyız. Aygıt inekleri ya da gezegenleri değil, imkânsız derecede küçük parçacıkları hızlandırıyor. Bu küçücük çarpışmaların ürettiği enerji fiili açıdan anca bir sivrisineği uçurmaya yeter. Ne var ki yerel ölçekte salınan enerji muazzam miktarlardadır. Üstelik Salam, Glashow ve Weinberg'in öngördüğü gibi, çarpışmalar sonucunda yepyeni, sadece elektrozayıf perspektifinden bakıldığında anlamlı gelen parçacıklar (özellikle de W ve Z bozonları) ortaya çıkmıştır.

Sizi bilmem ama bu tür başarılar oldum olası beni büyüler.

Peki, tüm bunlarda kütleçekimin rolü nedir? Dört alanı tek bir alana dönüştürebilmek için kütleçekimin de rolünün bulunması gerekiyor. O zaman onu neden dışarıda bırakalım? Bu (zorlu) soruya yanıt vermek, Yedinci Kısım'daki amacımız olacak.

Ama sabırsızlık etmeyin çünkü şu ana dek gördüklerinizle, sizi meydana getiren madde hakkında öğrenilebilecek hemen her şeyi öğrendiniz. Tek ve büyük bir istisna hariç: Kütleniz.

Böyle söylenince, nasıl oldu da bunu daha önce duymadım, diye düşünebilirsiniz. Bayağı önemli bir soru gibi geliyor kulağa, değil mi?

Peki, nereden geliyor bu kütle?

Yıldızlar, bildiğiniz gibi, merkezlerinde büyük atom çekirdeklerini kaynaştırırlar.

Yani yıldızlar kütle de mi yaratır?

Hayır.

Aslında tam tersini yaparlar.

Nötron ve protonlar, füzyon sırasında gereksinim fazlası haline gelen gluonları atarak, Einstein'ın $E = mc^2$ ile ortaya koyduğu gibi, enerjilerinden ve dolayısıyla kütlelerinden bir miktar

kaybederler.* Yıldızların parlamasını sağlayan enerjinin kaynağı budur. Siz bunun gerçekleşmesine tanıklık ettiniz. Ama söz konusu durum size bir şey daha söylüyor: Atom çekirdeği gluonları atarak kütle kaybediyorsa demek ki o kütle gluonlardı. Diğer bir deyişle atom kütlesinin bir kısmı, kuarkları hapis tutan ve sanal-gluonlardan meydana gelen çorbanın ta kendisidir. Bilim insanları dikkatle incelediklerinde, evrenimizdeki tüm nötron ve protonlarda mevcut bu "gluon çorbası enerjisinin" bildiğimiz madde kütlesinin bir miktarını değil, devasa bir bölümünü açıkladığını fark ettiler. Devasa bir bölümünü. Ama hepsini değil.

Örneğin, kuarklarla elektronların neden kütleli olduğunu açıklamıyor. Daha doğrusu neden kütleli hale geldiklerini; çünkü bir zamanlar kütlesizlerdi.

Salam, Glashow ve Weinberg uzun zaman önce, son derece genç evrenimiz genişleyip soğurken, elektrozayıf alanın elektromanyetik ve zayıf alanlar şeklinde ayrıldığını ortaya koydu. Ancak size daha önce söylemediğim şey şuydu: Bunun olabilmesi için başka bir alanın ortaya çıkmış olması gerekiyordu.

Kendi kuvvet taşıyıcıları ve diğer her şeyi olan başka bir kuantum alan.

Bu kuvvet taşıyıcılar şimdiye dek karşılaştığınız kuvvetlerden hiçbirini taşıyor olamazlar; ortada durumu açıklayacak başka bir kuvvet de yok... O zaman ne yapıyorlar?

Bu kuvvet taşıyıcılar geçmişte bazı parçacıklara kütle verdiler, bazılarınıysa kütlesiz bıraktılar. Örneğin, fotonlar ve gluonlar onun varlığını hissetmedi, hâlâ da hissetmiyor. Onun alanından, onu hiç hissetmeden geçebiliyorlar. Böylece kütlesiz kaldılar ve bugün de hâlâ ışık hızında hareket ediyorlar.

---

* Unutmayın: Bir atomun çekirdeğinde ne kadar çok proton ve nötron varsa kodes sınırlarında tutulmaları için kuarkların gereksinim duyduğu gluonların sayısı o kadar azdır.

Ancak kuarklar, elektronlar ve nötrinolar onun varlığını hissettiler ve kütleli oldular. Bu yüzden de artık ışık hızına erişemiyorlar.*

Yine aynı soru; nereden biliyoruz bunun doğru olduğunu? Bu parçacıkların kütlesinden gizemli bir alanın sorumlu olduğunu nereden biliyoruz?

Tüm alanlar gibi, bu yeni alanın da kendi temel parçacıkları olması gerekir.

Ancak, beklendiği üzere, bu parçacıkları görmek ya da saptamak kolay değil.

Hesaplara göre bu alanın uyandırılıp temel parçacıklarını doğurmasını sağlamak için olağanüstü miktarda enerjiye gereksinim var. Elektrozayıf alanın kendisi için gerekenden de çok. Buna karşın bilim insanları, inanması zor olsa da, 2012'de, İsviçre, Cenevre yakınındaki Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nin en güçlü parçacık hızlandırıcısı LHC'de, tam da bunu yapmayı başardılar.** Bu alana ait temel bir parçacığı saptadılar. Bulmacanın eksik parçasıydı bu: Gluonlara bağlı olsun olmasın, evrenimizin bilinen tüm kütlesinin kökeni o zaman anlaşıldı.

Deney, fizikçilerin gerçekten de baştan beri doğru yolda olduğunu ortaya koydu.

Medya saptanan bu parçacığa *Higgs parçacığı* adını verdi (gerçi pek çok farklı türde Higgs parçacığı olabilir) ve parçacığın elde edildiği alan da *Higgs alanı* veya *Higgs-Englert-Brout alanı* diye adlandırıldı. Britanyalı teorik fizikçi Peter Higgs ile Belçikalı teorik fizikçi François Englert bu keşiflerine (ki bunu kırk yılı aşkın bir süre önce Brout'la birlikte öngörmüşlerdi ama Brout ne yazık ki 2011'de öldü***) karşılık 2013 Nobel Ödülü'nü birlikte aldılar. Kısacası bu bilim insanları, evrenimiz soğurken, 13,8 milyar yıl

---

* Nötrinoların gerçekten de bir kütlesi var ama bu öyle küçük bir kütle ki Japon fizikçi Takaaki Kajita ile Kanadalı fizikçi Arthur B. McDonald'ın dehası o kütlenin sıfırdan farklı olduğunu kanıtlayana dek, bu olgu herkesin gözünden kaçtı. İki bilim insanı bu başarılarına karşılık 2015 Nobel Fizik Ödülü'nü paylaştılar.

** LHC'nin açılımı Large Hadron Collider / Büyük Hadron Çarpıştırıcısı.

*** Nobel Ödülü sadece yaşayan bilim insanlarına verilir.

önce, kütlenin bir kısmının nasıl ortaya çıktığını keşfetmişlerdi. Hem onlar hem de insanlık için son derece etkileyici bir başarı.

Bu keşif haber değeriyle manşetlere taşındığı için Higgs alanının bizleri meydana getiren *her şeyin* kütlesinden sorumlu olmadığını bir kez daha vurgulamak yerinde olabilir. Her şeyin değil ama bazı şeylerin, demek daha doğru. Nötron ve protonların kütlesinin büyük kısmı, yukarıda da dediğimiz gibi, kuarkları kendi sınırları içinde tutan kuvvetten, orada yatan kuark-gluon çorbasından ileri gelir. Higgs alanı birdenbire kapatılsa kuarklar kütlesizleşirdi ve biz de ölürdük. Ama protonla nötronun kütlesi pek fazla değişmezdi.

Güçlü kuvvetin kütle sahibi olmamızdaki rolünü böylece ortaya koyduğumuza ve bildiğimiz tüm maddenin tüm kütlesinin nereden geldiğini artık öğrendiğinize göre, bu bölümün başında vakumda aniden ortaya çıkıp duran tüm o parçacıkları düşünebilirsiniz. Onları görmüştünüz... Oysa görmemiş olmanız gerekirdi. Doğa parçacıkların herhangi bir bedel ödenmeden, öylece kendiliğinden ortaya çıkmasına izin vermez.

Söz konusu bedel, az sonra göreceğiniz gibi antimadde denen yepyeni türde bir maddenin varlığıdır.

3 | *Antimadde*

Yerküre tarihinin neredeyse tamamına yakınında, Dünya yüzeyi insanlarca bilinmiyordu. Bugün gezegenimizin her yerinin uydu görüntülerine kolayca erişimimiz olsa da, Avrupa, Amerika ve Asya topraklarının sadece belli bölgelerinin orada yaşayanlar tarafından haritalandığı birkaç yüzyıl öncesinde, kapsamlı bir Dünya haritası mevcut değildi. Bu yüzden de yurtlarının ötesinde bir şey olup olmadığını ya da neler olduğunu anlamak isteyen farklı medeniyetlerden gözü pek kâşiflerin kendi emniyetli kıyılarından ayrılıp rüzgârlar ve kasırgalara yelken açması gerekiyordu. Kâşifler birbiri ardına hiç kimsenin ayak basmadığı uzak kara parçaları keşfettiler. Başka medeniyetler de buldular. Etrafı suyla çevrili küçük kaya parçalarına ada denmeye başlandı. Büyüklerine ise kıta. Bu tür keşiflerin her biri insanlığın hâkimiyet alanını genişletti ve aynı zamanda atalarımızı çok basit bir gerçeği kavramaya yöneltti: Bizler uçsuz bucaksız bir evrende sürüklenen, inanılmaz derecede zengin ama epeyce küçük bir kürenin üstünde yaşıyoruz.

Aradan onlarca yıl geçti.

Dünya şiddet, açgözlülük ve merak karışımı bir sürecin sonunda daha iyi öğrenildi. "Bilinmeyen" yavaş yavaş ufkun ötesinde bir yer olmaktan çıkıp tepemizdeki yer olmaya dönüştü. Uzay herkesin sadece başını kaldırıp bakmakla bile üstüne kafa yorabildiği yeni bir gizem oldu. Ancak söz konusu mesafeler akıllara durgunluk verici nitelikteydi. Bu kitap yazılırken, suyun kökenini hatta belki gezegenimiz üstündeki yaşamın yapıtaşlarını keşfedebilmek için insan yapımı uydular birkaç milyon kilometre öteye gönderiliyordu. Keşif çalışmaları artık sadece insanları tehlikeli maceralara göndermekten ibaret değil. O işi bizim için robotlar yapıyor. Peki, gezegenler arası yolculuk heyecanının

yeniden yükselişe geçtiği yirmi birinci yüzyıl başlarında, Dünya'da kalıp kâşifliği sürdürmek mümkün mü?

Elbette.

Örneğin, insan okyanus tabanını amaç edinebilir. Okyanus, teknolojimize (ve tabii vücutlarımıza) karşı öyle düşman bir ortamdır ki tabanına dalış yapanların sayısı, Ay'a ayak basanlardan azdır.

Öte yandan, tamamen farklı bir yaklaşım denenerek bilime dalınabilir.

Bilim, karavelayla açılmak ya da roket gemisine kaptanlık yapmak kadar göz kamaştırıcı olmayabilir ama sizi *istediğiniz yere* götürür. Denizlerin dibinden tutun, görünür evrenimizin kıyısına kadar... Hatta daha da ötelere. Bu kitabı okurken büyük olasılıkla fark ettiğiniz gibi, zihniniz sizi bedeninize yasaklı ve daha önce kimsenin gitmediği yerlere götürebiliyor. Uzay ve zamanın doğasının ya da parçacıkların kuantum davranışlarının derinlerine dalış yaparken, iki farklı okuyucu hiçbir zaman birbirinin tamı tamına aynısı bir yolculuk yapmadı, tıpatıp aynı şeyleri hayal etmedi. Zihninizde gökadalar ve sanal ışık parçacıkları yaratırken teorik araştırma dünyasına, sınırları olmayan bir dünyaya giriş yaptınız.

Keşfedilmemiş bir ada ya da kıtanın hangi yönde ilerlenirse ortaya çıkacağını kimse önceden bilemez. Büyük bir keşfe giden yolu açmak içinse pek çok kâşifin başarısızlığa uğraması gerekir. Şans gerçekten de bu işte rol oynar ama güvenilir bir şey değildir. Geçmiş keşiflerin üstüne yenilerini inşa etmekse aksine güvenilirdir. Aynısı bilim için de geçerlidir ve antimaddenin keşfi de bu kadim ve öncü yolun izinden gider. Dâhi bir insan herkesin gözlerini şu büyüleyici gerçeğe açtı: Bizi meydana getiren madde, gezegenleri, yıldızları ve gökadaların kendisini oluşturan madde, mevcut maddenin *sadece yarısını teşkil ediyor*. Üstelik bu kişi bunu şans eseri de keşfetmedi. Kendisinden önce yapılanların üstüne yenilerini inşa etti. Özellikle Einstein'ın çok hızlı cisimlerin nasıl hareket ettiğini ve kuantum parçacıkların tuhaf davranışlarını anlatan çalışmasını temel aldı. Söz konusu

kişi Paul Dirac'tı. Kuantum alan fikrini o yarattı ve sonucunda antimaddeyi keşfetti. Britanyalı bilim insanı Dirac, 1932 ile 1969 arasında dünyanın en prestijli bilim makamlarından Cambridge Üniversitesi, Lucasian Chair of Mathematics makamına sahipti. Isaac Newton aynı makamda 1669 ile 1702 arasında, Stephen Hawking ise 1979 ile 2009 arasında oturdu.

Peki, nedir bu antimadde?

$E=mc^2$'nin anlamını artık biliyorsunuz: Kütle enerjiye, enerji de kütleye dönüşebilir. Oldukça yüksek bir dönüşüm oranıyla. Bir önceki bölümde de gördüğünüz gibi enerji, parçacık yaratabilmek için kısa bir süreliğine vakumdan, alanlardan ödünç alınabilir.

Şimdi yine mini-size dönelim.

Hâlâ içi boşaltılmış bir evrende, etrafınız vakumla kuşatılmış durumdasınız. Elektromanyetik alan vakumuyla.

Tam karşınızda, alandan bir elektron çıkıveriyor.

Neden mi? Çıkabildiği için. Siz de bu yüzden bir elektronun ortaya çıkışını görüyorsunuz. *Hop*. Bir anda.

Az önce vakumdan başka hiçbir şey yoktu. Şimdiyse bir elektron var ve elektronun da bir kütlesi var. Elektronun birden ortaya çıkmış olması gerçeği aslında, kendini belli etmeyen bir enerjinin kütleye dönüştüğünü ortaya koyuyor. Bu da $E=mc^2$'nin işbaşında olduğu anlamına geliyor. Anlaşılmayacak bir şey yok.

Ancak elektronun bir elektrik yükü de vardı. O zaman ortaya şu soru çıkıyor: O elektrik yükü nereden geliyor?

Kütle enerjiden gelir ve kütle ile enerji birbirine eşdeğerdir, dolayısıyla borç alınmış enerjiden kütlenin belirmesi dengeleyici bir süreçtir. Bu sadece enerjinin bir formdan diğerine dönüşümüdür. Ama elektrik yükü başlı başına farklı bir problem. Elektron ortaya çıktıktan sonra negatif bir elektrik yükü de oluşuyor. Önceden yoktu. Sonradan var. Şüphesiz kabul edilecek şey değil. Bir önceki bölümün sonunda da söz ettiğim gibi, bir bedel ödemeden hiçlikten bir şey yaratamazsınız. Gerçek hayatta asla

olmaz –şu an iç çekişinizi duyar gibiyim– neyse ki bu defa kuantum dünyasında da aynısı geçerli.

O zaman ne yapacağız bu yükle? Görmezden mi geleceğiz?

Öyle bir şey yapamayız çünkü çok var ondan. Evrendeki her elektron bir yük taşır, başka birçok temel parçacık da öyle.

Peki, nereden geliyor bu yük?

En doğru yanıtın genelde en basit olanda yattığı düşünülürse şöyle denebilir: Bir elektron asla tek başına ortaya çıkmaz. Kendisine özdeş bir parçacıkla belirmek zorundadır. Aradaki tek farksa yükleridir. Parçacık elektronun zıt yükünü taşır. Bu tür parçacıklara *anti-elektron* denir.

Bu kavramın ortaya atılmasıyla, şimdiye dek oluşmuş tüm elektron-anti-elektron çiftlerinin yükünün toplamı sıfıra eşitlendi. Artık $E=mc^2$'ye ya da başka herhangi bir şeye başvurmaya gerek kalmadı. Bu tür bir fenomen herhangi bir kuralı ihlal etmez: Elektron ve anti-elektron belirmeden önce toplam yük sıfırdı, belirdikten sonra da yine sıfır.

İşte Paul Dirac'ın dâhiyane bir şekilde ortaya çıkardığı şey buydu.

Bu niye bu kadar önemli, diye düşünmeniz normal.

Elektronla birebir özdeş ama zıt yüklü bir parçacığın varlığı o sırada henüz bilinmiyordu. Kimse anti-elektron diye bir şeyi görmemişti.

Oysa bugün onları her yerde saptıyoruz.

Elektronun ve onun anti-varlığının hiçlikten belirivermesi sürecine parçacık-anti-parçacık *çift oluşumu* denir. Bunun tersi süreç de mevcuttur: Bir elektron, anti-elektronla karşılaştığında, birbirlerini *yok eder*, *puf* diye kaybolurlar. Kütleleri bir anda yeniden enerjiye, ışığa dönüşüverir.

Elektronlar ve anti-varlıkları, elektromanyetik alandan oluşurlar ve yok olduklarında yine o alanla kaynaşırlar.

Şimdi, elektronlar kendi kendilerine var olabildiklerine ve hepsi de elektron-anti-elektron çift oluşumu esnasında elektromanyetik alandan oluştuklarına göre, anti-elektronların da

kendi kendilerine var olabilmeleri gerekir. Gerçekten de olurlar. Ama onlara her yerde rastlanmaz.

Dirac 1928'de anti-elektronu "denizde bir delik" diye tanımlamıştı. Burada deniz bizim bugün elektromanyetik kuantum alan dediğimiz şeydi çünkü eksik olan bir yüke karşılık geliyordu.

Dirac'ın "deliği" anti-elektron, beş yıl sonra, 1933'te keşfedildi ve Dirac o yıl bu olağanüstü kavrayışına karşılık Nobel Fizik Ödülü'nü aldı. Geliştirdiği alanlar teorisi, çok küçüğün dünyasını araştırmaya başladığınızdan ve antimaddeyi keşfettiğinizden beri her yerde karşınıza çıkan tüm o alanları kapsıyordu.

Dirac'ın anti-elektronlarını ilk kez *saptayan*, ABD'li fizikçi Carl D. Anderson oldu. Ancak Anderson onlara anti-elektron demek yerine, yeni bir isim verdi: *Pozitron*. Bu isim günümüzde hâlâ kullanılıyor. Anderson saptamayla ilgili başarısına karşılık üç yıl sonra, 1936'da Nobel Ödülü'nü aldı.

Böylece antimadde doğmuş oldu.

Var olan tüm maddenin yarısının antimadde olduğunu daha önce söylemiştim. Ama sadece anti-elektronlar varsa o zaman *her şeyin* yarısı denemez. Anti-kuarklar, anti-ışıklar ve anti-gluonlar yok mu?

Evet, elektron için geçerli olan, tüm parçacıklar için de geçerli.

Hepsinin bir kendi anti varlığı var.

Anti-kuarklar da mevcut, anti-nötrinolar ve anti-fotonlar da. Ancak bazı parçacıklar, yük taşımayanlar, her iki tarafı da oynayabilir ve *kendilerinin* anti-parçacığı olabilirler. Işık buna iyi bir örnektir çünkü fotonlar ve anti-fotonlar yük taşımazlar, birbirleriyle aynıdırlar.

O zaman neden etrafımızda, baktığımız her yerde, diğer anti-parçacıkları da görmüyoruz?

Çünkü onlar *oradalar*, çevremizde, çevrenizdeler, ama miktarları büyük değil. Bu da hangisi olursa olsun, ortaya çıktıkları anda çok çok kısa bir süre yaşamalarından kaynaklanıyor.

Parçacığına rastlayan her anti-parçacığın, anında diğeriyle birlikte yok olduğunu ve $E=mc^2$'ye göre enerji ve ışığa dönüşerek sırra kadem bastığını hatırlayın.

Ne var ki evrenin başka bir yerinde, antimaddeden koskoca bir dünya oluşuyor olabilir. Anti-dünya diyebileceğimiz bir şey. Bu tür anti-dünyaların var olup olmadığını bilen yok ama eğer varsa ve günün birinde uzayda karşınıza size benzer biri çıkarsa sakın el sıkışmayın. Siz ve anti-siz bir bombaya dönüşür ve anında patlarsınız. Hem de şiddetle.*

Ancak yine de etrafta bir miktar antimadde mevcut. Hatta şu an sizin içinizde bile.

Ne zaman radyoaktif bozunma olsa bir miktar antimadde oluşur ve kendi karşılığı olan maddeyle birbirini yok ederek, ışık ışınına dönüşür. Bu öyle güçlü bir ışındır ki genelde siz ya da herhangi biri fark etmeden vücudunuzun içinden geçip gider.

Gözleriniz bu ışınları göremez çünkü daha önce de tartıştığımız gibi, gözleriniz şimdiye dek bunları algılayacak kapasiteyi geliştirmeye gereksinim duymadılar. Ancak gözünüzün göremediğini teknoloji görebilir. Üstelik parlak zekâlı bazı mühendisler bu keşfi etkili birtakım tıbbi tanı ve araştırma aygıtlarına dönüştürmeyi başardılar. PET'ler bunun bir örneği. Hastanelerde kullanılırlar. PET'in açılımı pozitron emisyon tomografisidir. Doktorlar vücuda, kendisi radyoaktif olan ve bozunduğunda pozitron yayan sıvı "izleyiciler" enjekte ederler. Ardından pozitronlar yollarının üstündeki elektronlarla birlikte yok olarak, güçlü gama ışınlarına dönüşür. Bu ışınlar da vücudumuzun dışında, PET makinesi tarafından saptanır ve vücudumuzdaki işleyişin 3 boyutlu bir görüntüsü oluşturulur. Zekice bir icat.

Pekâlâ.

Artık alanları ve vakumları biliyorsunuz.

---

* Ne kadar mı şiddetli? $E=mc^2$'ye göre Hiroşima'ya atılan nükleer bombanın üç katı kadar enerji salınması için sadece *tek bir gram* antimaddenin, madde muadiliyle birlikte yok olması yeterli. 70 kilogramlık bir siz ve anti-sizin karşılaşması, dolayısıyla 210.000 nükleer bombaya eşdeğer olur. Ne el sıkışma ama...

Onların olası birleşimlerini biliyorsunuz.

Kütle, yükler ve antimaddeyi biliyorsunuz.

Demek ki artık Birinci Kısım'da gördüğünüzün ötesine, Büyük Patlama'ya ve hatta onun da ötesine, uzay ve zamanın başlangıcına gitmeye hazırsınız.

Yerinizde olsam derin bir nefes alır, sayfayı ondan sonra çevirirdim.

4 | *Duvarın Ötesindeki Duvar*

Yıllar yılı, muhtemelen hiç durup düşünmeden, neredeyse bilincine varmadan, evrenimizin boş, tamamen sabit ve değişmez olduğu bilgisini kanıksadınız. Atalarımızın aksine Büyük Patlama denen şeyi duydunuz ama kim bilir, belki terimin ne *anlama* geldiğini pek düşünmediniz.

Aslında bizler birçok açıdan denizde yüzen balıklar gibiyiz. Tek farkımız, sizin de artık bildiğiniz gibi, sudan meydana gelen bir denizde değil, dostumuz Dirac'ın haritasını çıkardığı, evrenin tamamını dolduran, "alan" isimli çeşitli denizlerde yüzüyor olmamız. Bizlerin de karışık ve hayli karmaşık birer ifadesini oluşturduğumuz alanlarda...

Düşününce gayet anlamlı geliyor size. Her şeyi anlamak daha kolay oluyor; zaman, kütle, hız, mesafe, hepsi bu alanlar içinde birbiri içine geçmiş.

Evren muazzam bir yer. İki yıldızın, gökadaların, gökada kümelerinin arasında akıl almaz boyutta hacimler var. Ama boşluk yok. Sadece birbirine uzak cisimlerin, birbirlerine hiç dokunmadan, kuvvet taşıyıcı denen parçacıkların değişimi sayesinde etkileşime girmelerine izin veren alanlar var.

Alanlar her şeyi her şeye bağlıyor.

İnsana neredeyse güven veren bir his var bu düşüncede.

Evrenimizin geçmişini, uzay ve zamanın başlangıcına dek başa sarmak üzere olduğunuz şu anlarda, şöyle düşünebilirsiniz: İnsanlık tarihi boyunca çeşitli çağlarda "Her şey tektir ve tek her şeydir" diye bağıran, haykıran, şarkı söyleyen, yazan, çizen, dans eden tüm o şamanlar, kutsal insanlar, kafası güzel insanlar, acaba haklı mıydı?

Eh, çok zorlarsak, belki.

Ama *nedenini* kesinlikle bilmiyorlardı.

Süperbilgisayar robotumuz biliyor ama. Üstelik şimdi yeniden ortaya çıktı.

Tenis topu fırlatan parlak sarı makine yine tam karşınızda duruyor. Hâlâ bir yüzü yok ve parçacık-fırlatma tüpüyle size boş boş bakıyor ama siz artık onun "basit" mekanik bir makine olmadığını biliyorsunuz.

Şimdiye dek topladığınız bilgilerin verdiği güvenle kendinizi güçlü ve zinde hissederek, zihninizin sınırlarını bir kez daha zorlamaya, evrenimizin geçmişini hayal etmeye hazırlanıyorsunuz.

Boşlukta metalik bir ses çınlıyor:

"Hazır mısın?" diyor.

Sesin sizi uzay ve zamanın başlangıcına götüreceğini biliyorsunuz ama robot, yanıt vermenizi beklemiyor. Kendinizi bir anda onunla gökte buluyorsunuz. Bir evin tepesinde. Sizin evinizin.

Bilgisayar sizi bulunduğunuz yerden, evinizin tepesine getirdi.

Şimdi ikiniz birlikte yukarılara yükseliyorsunuz.

Gezegenimiz atmosferinin çeşitli tabakalarını geçiyor ve yeniden uzaya ulaşıyorsunuz. Orada dünyanızın tepesine yerleşip, uzaya doğru dönüyorsunuz.

"Seni gelmiş geçmiş simülasyonların en iyisinde uçuracağım," diyor robot. "Benim gibi bugüne dek sırrı çözülmüş doğa yasalarına uyacak biçimde programlandıklarında, dünyadaki en güçlü süperbilgisayarlar bile az sonra göreceklerine erişmekte zorlanır."

"Gidelim o halde," diye haykırıyorsunuz, içinizde yolculuğun gitgide artan heyecanlıyla. Gözle görünenin ötesine geçmek, Dünyayı çevreleyen birbiri üstüne binmiş tüm bu geçmişin katmanlarını aşmak için sabırsızlanıyorsunuz.

Normalde zihninizle değil, bedeninizle bir yıldıza gitmek isteseniz, bir süre yol almanız gerektiğini biliyorsunuz. Üstelik vardığınız zaman yıldız, *şu an* olduğunun aynısı olmayacak.

Değişim geçirmiş olacak. Tıpkı şimdi New York'a gitmek isteseniz, varmanızın birkaç saat alacağı gibi. Vardığınızda göreceğiniz New York, yola çıktığınızdaki New York'tan farklı olacaktır. İnsanlar, arabalar, yağmur damlaları... Hiçbir şey artık önceki yerinde olmayacaktır.

Uzaklarda bir gökadada yer alan uzak bir yıldıza yolculuk yaparkense aradaki fark çok daha büyük olacaktır. Siz hedefinize vardığınızda, evren genişlemiş olacaktır. Kozmik mikrodalga arkaplanı, yani evrenin genel sıcaklığı, düşmüş olacaktır. Son saçılma yüzeyininki de. Ne kadar hızlı yol alırsanız alın, normal bir yolculukla geçmişe asla varamazsınız.

O halde bilgisayar simülasyonu sizi nasıl geçmişe, hem de en uzak geçmişe taşıyabilir?

Yanıt aklınızda hemen beliriyor: Kendinizi evrenin bebekliğinde bulmak, onun doğumunu izleyebilmek için hareket etmenize gerek yok. Zamanın geri gitmesine izin vermeniz yeterli. Olmaya başlayan da bu işte.

Yerinizden kıpırdamadan yeni bir yolculuğa başlıyor, bulunduğunuz yerin bakış açısıyla Büyük Patlama ve ötesine erişebilmek için evrenimizin tarihi boyunca zamanda geriye gidiyorsunuz.

Bilgisayarın robot avatarı, beklemediğiniz bir duyarlılık göstererek, varlığı görüşünüzü engellemesin diye görüntüsünü kibarca bir miktar soluklaştırıyor.

Göz açıp kapayana kadar 7 milyon yıl geçmişe geldiniz.

Dünya'da göründüğü şekliyle görünür evrenin sınırını oluşturan son saçılma yüzeyi şimdiden biraz yaklaşmış durumda. Üstelik içi, biraz daha sıcak bir kozmik mikrodalga arkaplanıyla dolu. Fakat evrenimizin 13,8 milyar yıllık tarihine kıyasla 7 milyon yıl pek bir şey sayılmaz. Hem zaten gökyüzündeki hiçbir şey az öncekinden çok da farklı değil. Ayaklarınızın altındaki Dünya ise farklı. Aşağıda ne kasabalar var ne kentler ne de kırpışan sokak ışıkları. İlk insanlar büyük insansı maymunlardan

yeni yeni ayrışıyor. Uzak atalarınız epeyce tüylü, avlanan birtakım canlılar. İnsanlık sahiden de ne uzun bir yol almış...
Bir göz açıp kapamalık daha sürenin ardından, 65 milyon yıl geçmiştesiniz.

Dinozorlar, şiddetli volkanik patlamalar ve 10 kilometre genişliğindeki asteroitle yıkıcı bir çarpışmanın ortak etkisi sonucu yeryüzünden yeni silinmiş ve yalnızca küçük memeliler hayatta kalmış. Onlardan bazıları günün birinde, birbirini izleyen çok sayıda evrimleşmenin ardından, az önce gördüğünüz kıllı atalarımıza, sonra da bize dönüşecek.

Göz açıp kapıyorsunuz ve 4 milyar yılı aşkın bir süre öncesindesiniz.

Mars büyüklüğünde bir gezegen çarparak Dünya'nın bir parçasını koparmış ve o parçadan Ay meydana gelmiş. Mikrodalga arkaplan ışınımı şimdi kesinlikle daha sıcak, son saçılma yüzeyi ise gerçekten eskisinden yakın görünüyor. Bulunduğunuz zamandan görünen haliyle görünür evrenin tamamı, 2017'de erişeceği halinin yüzde 70'inden biraz daha küçük.

Birkaç milyar yıl daha geriye sarıyorsunuz.

Görünür evren şimdi başladığınız zamanki boyutunun yarısından da küçük. Dünya ise henüz yok. Onun yerine gözlerinizin önünde yıldızlar, yapı maddelerini uzayın dört bir yanına saçan olağanüstü patlamalarla ölüyor. Birkaç yüz milyon yıllık bir süre içinde bu toz ve enkaz yığını toplanıp dev bulutlar oluşturacak ve kütleçekim en az bir yeni yıldızın, yani Güneş'in ve etrafındaki gezegenlerin oluşumunu tetikleyecek.

Bir göz açıp kapayış daha: Dünya'nın doğumundan 5, *sizin* doğumunuzun ise 9,5 milyar yıl öncesindesiniz.

Görünür evreniniz şimdi 2017'deki boyutunun yüzde 25'inden de küçük. Son saçılma yüzeyi size çok daha yakın. Sizinle o duvar arasında, dev karadelikler etrafında gökadalar oluşuyor, kimi zaman akıl almaz büyüklükte çarpışmalarla buluşuyor.

•

Tekrar göz açıp kapıyorsunuz ve 13,7 milyar yıl öncesindesiniz.

Bulunduğunuz yer hâlâ Dünya'nın günün birinde var olacağı yer ama sizi çevreleyen görünür evren şimdi ilk baştaki halinin yüzde 0,5'inden de küçük. Evrenin Karanlık Çağ'ındasınız.

Birinci Kısım'da yolculuk yaptığınız Karanlık Çağ soğuktu çünkü o sırada, 2017 yılında, yani genişlemeden 13,7 milyar yılı aşkın bir süre sonra, Dünya'dan göründüğü şekliyle bu çağa yolculuk yapmıştınız. Oysa 13,7 milyar yıl önce ortalık ne soğuktu ne de karanlık. İşte şimdi tam oradasınız.

İlk yıldızlar henüz kıvılcım almadığı için gördüğünüz maddenin hiçbiri yıldız merkezinde nükleer füzyondan geçmemiş. Bu yüzden de etrafınız olabilecek en küçük atomlarla çevrili: Hidrojen, daha çok da helyum. Her yerde ışıldayan radyasyonsa –kozmik mikrodalga arkaplan ışınımı– mikrodalga radyasyonu değil. Gözlerinizle *görebiliyorsunuz* çünkü. Başlangıçta evrenimizi dolduran, her yerde tüm parlaklığıyla ışıldayan, ancak çok sonraları, evrenimiz birkaç milyar yıl boyunca genişledikten sonra mikrodalga radyasyonuna dönüşecek ışık o.

Yeniden göz açıp kapıyorsunuz ve 100 milyon yıl daha geride, bugünün 13,8 milyar yıl öncesindesiniz. Son saçılma yüzeyi, yani görünür evrenin en kıyısındaki yüzey, şimdi sizden bir ışık dakikası ötede. Diğer bir deyişle, görünür evreniniz sadece bir dakika derinlikte. Bu da Dünya ile Güneş'i ayıran mesafenin sekizde birinden az.

Evrenin tamamı sadece altmış saniyedir ışık geçiriyor.

Ve sıcak.

3.000°C her yer.

Dönem yine Karanlık Çağ dönemi ama etraftaki her şey öyle aydınlık ki bu tanım gerçekten uyuyor mu, diye düşünüyorsunuz.

Bu noktada biraz duraksıyorsunuz.

Bilgisayar az sonra zamanı daha yavaş bir hızla geriye saracak ve siz tuhaf ve resmen görünmez bir yere gireceksiniz. Geçmişte

bir dakika daha geriye giderseniz en uç yolculuk denebilecek yolculuğa başlamış olacaksınız...

Son saçılma yüzeyi şimdi tam karşınızda.

Derin bir nefes alıyorsunuz. Yüzeyi geçmeye, duvarın ötesine gitmeye, görünmeze ulaşmaya hazırsınız.

Zaman geriye gidiyor...

Ve işte geçtiniz.

Evrenimizin geçmişinde, ışığın asla görülmeyeceği bir evreye giriş yaptınız.

Gerçekten de artık hiçbir şey göremiyorsunuz.

Işık burada yayılmıyor. Etrafta aşırı miktarda enerji var.

Ama siz, ne yapacağınızı biliyorsunuz.

Hemen yogi moduna geçiyor ve az önce aştığınız yüzeyin ötesindeki evrenin *büyük* olduğunu şaşkınlık içinde görüyorsunuz.

Ve yaşlı.

En az 380.000 yaşında.

Yolculuğunuz bitmenin yanına bile yaklaşmamış.

Bir kez daha etrafınızı çevreleyen şeylere, görünür evrenin en ucundaki duvarın ötesinde şu an olup bitenlere odaklanıyorsunuz.

Ortam sıcaklığı 5.000°C. Günün birinde serbest atom çekirdeklerine bağlanarak hidrojen ve helyuma dönüşecek tüm elektronlar şu an kendi başlarına buradalar. Fotonlar onlara çarparak hepsini uyarıyor, sonra da yeniden saçılarak başka bir elektrona çarpıyorlar. Elektromanyetik alan enerjiyle öyle dolu ki bütün temel parçacıkları, yok denebilecek bir sürede birbirine dönüşüyor.

Göz açıp kapıyorsunuz: Evrenin saydamlaştığı andan on binlerce yıl geriye gittiniz.

Parçacıklardan oluşan yoğun bir çorbanın içindesiniz. Kuantum alanların tüm uyarımlarının, temel parçacıklarının ve kuvvet taşıyıcılarının karışımından oluşan bir çorba. Hepsi birbirine çarpıp duruyor, hiçbiri bir yere gitmeyi başaramıyor. Etrafta aşırı miktarda enerji var. Ortaya çıkıyorlar. Çarpışıyorlar. Kayboluyorlar. Zaman geri gitmeyi sürdürdükçe, evren küçüldükçe, enerji yoğunluğu arttıkça, her şey daha da şiddetleniyor.

Yine de aklınızı bulandırmamaya çalışıyor, tüm dikkatinizi zamanda geriye doğru yolculuğunuza veriyorsunuz. Sadece zihinden ibaretsiniz ve yogi modunda çok, çok gerçekçi bir simülasyonun içinde yol alıyorsunuz. Evren büzüşmeye devam ediyor; dokusunu oluşturan uzay-zamansa muazzam ölçülerde bükülmüş. Kütleçekim dalgaları her yerde. Bildiğiniz ya da hayal edebildiğiniz hiçbir şey, böylesi ezici ve parçalayıcı bir güce dayanamaz.

Bir an için bu aşamada neden kütleçekimle ilgili daha çok şey duymadığınızı düşünüyorsunuz ama buna vaktiniz yok. Zamanda on binlerce yıl daha geriye gittiniz ve şimdi akla hayale sığmaz bir cehennemin içindesiniz. Sıcaklık, basınç ve kütleçekimin gördükleriniz üstündeki etkileri inanılmaz seviyelere yükseldikçe, sanal kalbiniz iyice gümbürdemeye başlıyor.

Şimdi evrenin saydamlaştığı zamanın 380.000 yıl öncesindesiniz. Şu an Dünya'dan teleskopla 13,8 milyar yılı aşkın bir süre öncesine bakılsa, siz görünür evrenin sınırlarını belirleyen duvarın 380.000 yıl ötesindesiniz.

Diğer yönden bakarsak uzay ve zamanın doğumu denebilecek anın üç dakika kadar ilerisindesiniz.

Zamanda geriye gittikçe atom çekirdekleri bile parçalanarak, tüm nötron ve proton kuark hapislerini kendi başlarına hareket edebilecek şekilde serbest bırakıyor. Güçlü nükleer kuvvetin kendisiyse ortam enerjisi tarafından alt edilmiş durumda. En sağlam yapılı proton ve nötronlar bile çılgın bir dansa kapılıyorlar. Kuark-yapımı kuvvet taşıyıcılar tarafından dövülen protonlar, şaşkınlık içinde nötronlara dönüşüyor, evrenden kayboluyorlar.

Sıcaklık mı?

100 milyar derece.

Her yerde.

Ama siz durmuyorsunuz.

İlerlemeye devam ediyorsunuz. Birbiri ardına geri alınan saniyeler içinde, etrafınızı çevreleyen tüm ışık parçacıkları madde ve antimadde çiftlerine dönüşüyor. Her yerde. Üstelik ikincisinden de ilki kadar var gibi görünüyor. O zaman nasıl oldu da

sonunda çiftten sadece bir tanesi üstünlük sağladı, diye dalgın dalgın düşünüyorsunuz. Dengenin bozulması için özel bir şeyler gerçekleşmiş olmalı. Güncellenen ve güçlendirilen parçacık çarpıştırıcı LHC (Haziran 2015'te, CERN'de yeniden faaliyete geçti) yeni bulgularını ortaya koydukça, bu yıl, belki de bir sonraki yıl açıklığa kavuşabilecek bir sır bu.

Burada azıcık daha kalmayı ve CERN'i atlatıp yanıtı kendiniz bulabilmeyi istiyorsunuz ama yetki sizde değil maalesef. Artık öyle müthiş bir enerji çorbasıyla dolu evrende ilerliyorsunuz ki her şey en uç boyutlarda sarsılıyor, kütleçekim bükülüp eziliyor, alanlar sağduyuyu aşan seviyelerde uyarılıyor. Kütleçekimin etraftaki her alanın üstüne uzay ve zamanı bükerek uyguladığı ağırlık öyle tek bir yıldızın ağırlığı falan değil, 100 ışık yılı çapında bir küreye sıkışmış koca bir evrenin enerjisi.* Bugün Dünya'yı merkez alacak böylesi bir küre en fazla 5.000 yıldız içerir. Ancak o zamanlar söz konusu küre, her biri yüz milyarlarca yıldız barındıran yüz milyarlarca gökadayı oluşturacak enerjiyi içeriyordu. Tabii bir de tozu.

Durup tüm bunlara bakmayı sürdürmek isteseniz de, zamanın akışına karşı uçmaya devam ediyorsunuz.

Şimdi nihai durağınızdan saniyenin milyonda biri kadar uzaktasınız.

Sıcaklık 100 milyon kere milyar dereceye ulaştı.

Etrafta bu kadar enerji varken, kuark kodesinin muhafızları gluonlar bile tutsaklarına hâkim olamıyorlar. Nötronlar parçalanıyor. Serbest kalan kuarklar anti-kendileriyle etkileşime girmeye başlayarak, saf enerjiye dönüşüyorlar.

Etrafınıza baktıkça madde, ışık ve enerji arasındaki farkın artık tamamen anlamsızlaştığını görüyorsunuz.

Dünya'nın zamanından başlayıp buraya kadar birbirinden ayrı oluşumlar olarak varlığını sürdürmüş alanlar, Dünya'da aklınıza

* Evrenin neden birkaç ışık dakikası değil de, 100 ışık yılı genişliğinde olduğunu (haklı olarak) merak ediyorsanız yanıtı Beşinci Kısım'da bulabilirsiniz.

gelebilecek her şeyi, farklı kuvvetler üzerinden açıklayan alanlar, beklendiği üzere birbiriyle kaynaşıyor şimdi. Elektrozayıf alan aktif. Her yerde görmeye alışkın olduğunuz eski parçacıklardan bazıları kaybolurken, elektrozayıf alana ait yenileri, temel bazı oluşumlar, her yerde belirmeye başlıyor. Higgs alanı yok oluyor. Onunla birlikte bunca zamandır insan bilgisinden kendini saklayan muazzam Higgs parçacıkları da öyle.

Şimdi gördüğünüz parçacıklar, daha önce karşılaştığımız, elektrozayıf alanın kuvvet taşıyıcısı W ve Z bozonları.

Etrafta öyle çok enerji var ki Dünya'da oluşumu çok zor olan bu parçacıklar şimdi her yerdeler.

Evren şu an 100 milyar kere milyar derece ve doğa yasaları hayatınız boyunca alışkın olduklarınızdan gözle görülür biçimde farklılaşmaya başlıyor.

Kuarklar ve anti-kuarklar kayboluyor.

Gluonlar arkaplan alanda yutuluyor.

Başlangıç diyebileceğimiz, uzay ve zamanın tahmini ortaya çıkışı olayından, saniyenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin binde biri gibi bir süre sonra, günün birinde görünür evrenimizi oluşturacak şey, 10 metre genişliğinde bir küre formunda görünüyor ve büzüşmeye devam ediyor.

İçerdiği her şey şu an milyar kere milyar kere milyar gibi akıl almaz bir dereceye kadar ısınmış durumda. Isı yükselmeye devam ettikçe, bizi meydana getiren tüm maddeyi oluşturan tüm alanlar birleşerek "büyük birleşik alana" dönüşüyor.

Sadece kütleçekim bu kuvvetler birliğinin dışında duruyor.

Başlangıç'a bu kadar yaklaşınca, artık daha fazla bir şey olamaz, diye düşünmeye başlıyorsunuz.

Aslında Büyük Patlama denen ana eriştiniz; büyük birleşik alanda saklı enerjinin parçacıklara dönüşmeye başladığı ana.

Ancak ne ilginçtir ki deneysel fizik böyle bir noktaya hiç erişemediği halde bilgisayar durmaya niyetli görünmüyor. Amacı besbelli size evren tarihinin burada başlamadığını göstermek. Gerçekten de zaman geri sarmayı sürdürdükçe evrenin tüm madde ve enerjisinin aniden yok olduğunu hayretler içinde

görüyorsunuz. Üstelik tahmininizin aksine, mevcut tüm enerji yine başka bir alana, daha önce görmediğiniz, kendi parçacıklarıyla dolu bir alana dönüşürken, her şey olağanüstü soğuyor.

Yeni alanın adı, *şişme (enflasyon)* alanı.

Bu alanın evrenimizin başlangıcındaki genişlemeden sorumlu olduğu düşünülüyor.

Kulağa çılgınca gelse de şimdi her şey yeniden ve aniden hızlanıyor ve evrenin tamamı akla hayale sığmaz bir hızla ve akıllara durgunluk verecek biçimde kendi üstüne çökerek, sizi de içine sürüklüyor.

Işığın mutfağınızdaki bir atomun çekirdeğinden geçeceği süreden de kısa bir süre içinde evrenin tamamı yaklaşık 10 metre çaptan, protondan milyarlarca kat küçük bir boyuta iniyor.

Bilim insanları bu döneme *kozmik şişme (enflasyon)* dönemi diyorlar.* Az önce o dönemden geçtiniz. Geriye doğru. Onun ötesindeyse ne madde var ne de başka bir şey.

Bilinen tüm alanlar gitmiş.

Doğa yasaları hayatınız boyunca ya da bu noktaya kadarki yolculuğunuz boyunca deneyimlediklerinize hiç benzemiyor.

İleride bizim hammaddemiz de dahil evrenin bilinen tüm madde ve antimaddesine hükmedecek üç kuvvetin ya da alanın, kütleçekimle bir zamanlar birleştiğine inanılan nokta, aşağı yukarı burası.

Daha da devam etmek, Büyük Patlama'nın da ötesine, evrenimizin doğumuna dek geriye sarmak istiyorsunuz ama bir terslik var.

Şu ana dek kullandığınız uzay ve zaman kavramları artık geçerli değil.

Uzay-zamanın kütleçekime bağlı bükülmesi aşırı güçlü. Kuantum etkiler de aşırı güçlü.

Zaman olmayınca, uzay olmayınca, uzay-zaman olmayınca yolculuğa devam edemiyorsunuz. Zaten bu koşullar altında yolculuk denen şey, pek bir anlam taşımıyor.

---

* Şişme konusu hakkında daha fazla bilgiyi Yedinci Kısım'da edineceksiniz.

Başlangıç'a henüz ulaşmadınız ve oraya gitmenin bir yolu bile gelmiyor aklınıza.

Ne sıkıcı bir durum.

Derken tüm bunlara dışarıdan bakmak istiyorsunuz çünkü şu ana dek hep evrenin *içinde* kaldınız. Ne var ki "dışarıda" kavramının kendisi de artık pek bir anlam taşımıyor.

Burada eriştiğiniz yer, başka bir duvarın yüzeyi. Dünya'dan görebildiklerimizin sınırını oluşturan son saçılma yüzeyinden farklı bir yapısı olan, başka bir duvar. Işığa değil, modern bilgiye karşı geçirmezliğini koruyan bir duvar.

Daha ötede ***kuantum kütleçekim*** diyarı uzanıyor. Orada doğanın bilinen tüm alanları, kuantumsal bir şekilde birleşip tek bir alan olmuş olabilir.

Orada evrenimiz, yirmi birinci yüzyıl bilim, inanç ve felsefesinin iç içe geçtiği bir gizeme dönüşüyor. Orası bir anlamda bilgimizin son bulduğu ve salt teorik araştırmanın işi devraldığı yer. Son saçılma yüzeyinin ötesine geçmek için ışık toplayıcı teleskoplar kullanamazsınız. Bilim insanları bunun için, ötelerde bulmayı bekledikleri sıcaklık ve basınçlara erişmeyi mümkün kılan parçacık hızlandırıcılar yaptılar. İşe de yaradı. Böylece yeni yasalar ortaya koydular ve dolaylı yolla da olsa, zamanın akışında geriye doğru ilerlemeyi başardılar. Bugün ise kütleçekimsel dalga dedektörleriyle uzay-zamanın kendisi üzerinde yayılan dalgalanmaları saptayabiliyoruz. Bu dalgalar duvarlara aldırış etmiyorlar. Dolayısıyla az önce yolculuk yaptığınız ve bu tür ilksel dalgaların bolca yayılmış olması gereken uzak geçmişin sinyallerini günün birinde saptama yönünde cazip fikirler artık hayal değil. Ancak *Planck dönemi* diye de bilinen kuantum kütleçekim duvarının ötesine gitmek, başlı başına bir mesele. Daha ötede yatanlar konusunda nasıl *düşünülmesi gerektiğini* bile bilen yok. Görünür evrenimiz o zamanlar öyle küçüktü ki onu zihnimizde inceleyebilmek için muazzam büyüğün çok çok küçücüğe dönüştürülmesine ilişkin bir teori bulmamız gerekiyor. Kuantum yasalarının –tüm o kuantum sıçrayışlarıyla

falan birlikte– evrenin kendisine uyarlanmasını sağlayacak bir teori. Hem kütleçekimi *hem de* kuantum etkileri içeren bir teori. Kuantum kütleçekimini ve daha fazlasını... Ancak bunlar yok. Elimizde bu tür işleyen bir ana yapı yok. Bu yüzden de daha ileri gidemiyorsunuz. Hatta Planck duvarının ötesinde, uzayda ya da zamanda neler olduğu konusunda akıl bile yürütemezsiniz çünkü bu iki kavramın orada bir anlamı yok. Bilim insanları evrenimizin 13,8 milyar yaşında olduğunu söylerken aslında alışkın olduğunuz uzay ve zamanın, *uzay-zamanın* anlamlı olmaya başlamasından bu yana 13,8 milyar yıl geçtiğini kastediyorlar. İşte o an da son saçılma yüzeyinin 380.000 yıl ötesinde, kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonunun uzayı doldurmasından 380.000 yıl öncesinde gerçekleşti. Söz konusu an, Büyük Patlama'dan önceki saniyenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyonda biri bir zamanda yaşandı. Bilim insanları nihayetinde uzay ve zamanın başlangıcından bu yana bu tür bir sürenin geçtiğini söylediklerinde yanılmış olmuyorlar. Ama bu, evrenimizin o noktada başladığı anlamına gelmez. Evrenimizin tek evren olduğu anlamına da gelmez. Geçmişten bu yana var olmuş tek evren olduğu anlamına da gelmez.

Yeniden evinizin salonunda, yıpranmış kanepenizdesiniz ve öyle güçlü bir duyguyla sarsılıyorsunuz ki ister istemez kanepeye tutunuyorsunuz.

Uzay ve zamanda yolculuk yaptınız. Gökadalar gördünüz. Yıldızlar gördünüz. Alanları gördüğünüz. Kütleçekimin nasıl işlediğini ve onun uzay-zamanın şekli ve kaderi üstündeki etkisinin aslında nasıl evrenin içeriğine bağlı olduğunu gördünüz.

Evet. Bunların hepsini yaptınız.

Şimdi ise inanılmaz bir şeyler oluyor size. Büyük bir keşfin eşiğindeymişsiniz gibi sanki...

Düşünceler aklınıza hücum ediyor. Kendinizi yeniden çocuk gibi hissediyorsunuz. Dünyanın anlaşılabileceğini, dünyanın bir

şekilde belli bir noktaya dek *anlaşılmış olduğunu* aniden kavrayan bir çocuk gibi... Ve bilgisayarın tüm bunları size gösterdiğini...

Einstein'ın genel görelilik teorisinden, içeriğini bildiğiniz takdirde evrenin tüm geçmişini çözebileceğinizi öğrendiniz.

Evrenin içeriğinin hareket eden, evrilen ve birbiriyle etkileşime giren kuantum alanlardan meydana geldiğini artık biliyorsunuz. Bugün üç tane ama çok uzun zaman önce birleşik *bir tane* olan alanlardan...

Bu alanlar evrenimizdeki tüm parçacık ve anti-parçacıkların ana ve babasıdır ve ister burada, vücudunuzun içinde ister herhangi bir gökadada isterse de geçmiş ya da şimdide var olan tüm temel parçacıkların birebir aynı olmasının nedeni de yine bu alanlardır.

İşte tüm bunlar tek bir anlama gelebilir.

Sizin potansiyel olarak bir tanrıya dönüştüğünüz anlamına...

Evet.

Bir tanrı.

Ne de olsa kütleçekimi biliyorsunuz.

Evrenin içinde neler barındırdığını biliyorsunuz.

İkisi bir arada düşünülürse aslında her şeyi biliyorsunuz.

Evrenin tarihini.

Geçmişini.

Şimdisini.

Geleceğini.

Neredeyse tanım itibarıyla bir tanrısınız.

Yüzünüz bir anda aydınlanıyor ve hemen cep telefonunuzu alıp aklınıza gelen ilk kişiyi arıyorsunuz.

"Kimsiniz?"

Hattın öbür ucundaki ses, şüpheli gibi. Konuşan büyük halanız.

"Benim!"

"Ah, merhaba canım. Nasılsın bakalım? Daha iyi misin?"

"Daha iyi de ne demek! Harikayım!" diye haykırıyorsunuz.

"Çok güzel canım. Bir şey mi oldu?"

"Bir süredir yolculuk yapıyorum, evrenle ilgili çeşitli şeyler öğreniyorum ve... Şey, saçma gelecek biliyorum ama ben de sırf hayal gücümü kullanarak bizimki gibi bir evren yaratıp geliştirebilirim. Tanrı olmak da böyle bir his olmalı."

Büyük halanızda ses kesiliyor.

"Anladım," diyor.

"Neyi anladın?" diyorsunuz. Heyecanınızı neden en ufak paylaşmadığını merak ediyorsunuz.

"Yok bir şey. Yok. Sadece... Şey... Daha önce de duymuştum bunları."

"Gerçekten mi?"

"İnsanlar tanrıyı oynamaya bayılır, haksız mıyım? Benim çok sevdiğim arkadaşlarım, Kati ile Gabi'yi hatırlıyor musun?"

"Hatırlamıyorum, hayır, ama dinle, bak..."

"Bırak da hikâyemi bitireyim, canım. İşte Kati ve Gabi'yle geçen hafta sonu okçuluk sahasına gittik. Bana şunu öğrettiler: Dünyanın işleyişiyle ilgili çok basit bazı bilgilere sahipsen bir okun nasıl ve nereden fırlatıldığını bildiğin takdirde, nereye düşeceğini de bilebilirmişsin. İnanılmaz, değil mi?"

"Evet, tabii, halacığım, balistik (atış bilim) deniyor ona. Newton'ın yasası."

"Öyle mi? Öğrendiğime memnun oldum. Peki, bunu evrenin tamamına uygulayabilir misin?"

"Ne?"

"Belli bir başlama noktan ya da elinde başlangıç yapabileceğin bir şey var mı? Şu senin balistiği ya da artık bulduğun doğa yasaları neyse onu, uygulayabileceğin bir şey var mı?"

"Yani... Başlangıç koşulu gibi bir şey mi?"

"Bilemiyorum artık. Kati'yle Gabi'ye söyleyeyim mi, seni arasınlar da onlarla konuş? Bu tür konularda bayağı iyiler."

"Hayır, hayır, hayır! Gerek yok..."

"Peki, o halde. Başlangıç koşulunu bulduğunda bir 'alo' de, olur mu?"

"Ta... Tamam, derim."

"Sağ ol, beni aradığın için canım. Çok tatlısın. Hadi görüşürüz, o zaman."

Telefonu kapatıyor.

Boş boş telefonunuza baktığınız şu sırada, izninizle söyleyeyim: Muhtemelen tahmin ettiğiniz üzere, halanız haklı. Evrenle ilgili bir şeyi anlayabilmek için iki veriye ihtiyacınız vardır. İlki, bir yasa ya da yasalar sistemidir. İkincisiyse bir başlangıç koşulu.

Şu ana kadarki fikirlerinizi bir bütün olarak evrene uygulayabilmek, evrenin kaderini sıfırdan bilmek istiyorsanız elinizde dünyanın bütün yasaları bulunsa bile yetmez.

Size hâlâ kaya gibi sağlam bir başlangıç koşulu, değişim yasalarını uyarlayabileceğiniz bir durum gerekir. Öyle bir şeyiniz de yok. Daha beteri, bildiğiniz şekliyle kütleçekim ve kuantum alanlar yasalarının, evrenimizin başlangıcında geçerli olduğundan bile nasıl emin olabilirsiniz?

Derin bir iç çekerek kanepenizde arkanıza yaslanıyor ve bir yerlerde yine bazı önemli verilerin eksik kaldığı hissiyle kahve fincanınızı alıyorsunuz...

5 | *Kayıp Geçmişler Her Yerde*

Uzay.

Zaman.

Uzay-zaman.

Şimdiye dek görmediğiniz ve çözülmesi gereken ne kaldı bunlar hakkında?

Parçacıklar. Kuvvet taşıyıcılar.

Alanlar.

Kütleçekim ve dalgaları.

Ne varsa hepsini deneyimlemediniz mi?

Hem niye kendinizi soluklaşıp gidiyormuşsunuz gibi hissediyorsunuz şimdi?

Gözlerinizi açıyorsunuz.

Bir bakıyorsunuz ki artık evde değilsiniz; size garip biçimde aşina gelen bir uçağın sıkış tıkış koltuğunda oturuyorsunuz.

Tam olarak söylemek gerekirse, 13A'da.

Diğer yolcular uçaktan inmek üzere koridorda toplaşmaya başlıyor.

Sizse kafanız karışık, pencereden dışarı bakıyorsunuz ama evet, hiç şüphe yok: Gerçekten zamanda yolculuk uçağınıza dönmüşsünüz. Uçak 2417 yılında, az önce iniş yapmış. Doğru dürüst düşünmekte zorlanarak ayağa kalkıyor ve yolcuların peşinden dışarı çıkıyorsunuz. Kendinizi denize bakan, upuzun, bitmek bilmez gibi görünen cam duvarlı bir koridorda buluyorsunuz.

Neden döndünüz şimdi buraya?

Daha şimdi evdeydiniz. Bilinen evrende yaptığınız yolculuğun ardından, daha demin büyük halacığınızı aramıştınız.

Hatırlıyorsunuz, Dünya'yı merkez alan ve yarıçapı 13,8 milyar ışık yılı olan bir küreydi evren ve o küre, insanın ışığı kullanarak toplayabileceği tüm geçmişleri içeriyordu. Daha ötede

380.000 yıl boyunca başka bir gerçeklik var olmuştu. Peki, onun ötesinde? Bilen yoktu.

Siz yeni koridorlarda ilerlemeye devam ederken 2417'nin parlak Güneş'i, 8,3 dakika yaşındaki ışınlarını geleceğin Dünya'sına yansıtıyor ve bir anda sınırsız bir yalnızlık duygusu kaplıyor içinizi.

Nedir tüm bunların anlamı?

Evrenimiz nasıl bu kadar büyük, içindeki bizlerse bu kadar küçük olabiliriz? Sonsuza dek uzay ve zamanda kaybolmaya ve bu gerçeğin farkındalığıyla acı çekmeye mahkûm muyuz? Yoksa günün birinde uzak dünyaları yakına getirecek, uzun bir teknolojik yolculuğun başlarında mıyız? Olup bitenin aslı bu mu acaba? Gezegenimizin erişebileceği çok sayıdaki gelecekten birini mi görmek üzeresiniz? Uzakla yakının birbirinden farksız olduğu, geçmişle geleceğin sadece yeni nesillere sunulmuş yolculuk rotaları olduğu bir gelecek mi?

Zamanda yolculuk çağlardır insanın hayallerini süslüyor ama bu yolculuğu yapmış kimseyi de duymadınız şimdiye kadar.

Stephen Hawking, 28 Haziran 2009'da, gün ortasında, zaman yolcuları için bir parti düzenlemişti. Yalnızca zaman yolcularının geleceğinden emin olmak için parti sonrasına dek kimseye davetiye göndermedi. Kimse gelmedi.

Peki, çıktığınız bu yeni yolculuk, uzay ve zamanın enginliğinde kaybolmuş önemsiz bir organizma olan *size* ne söylemeye çalışıyor?

Yürüdüğünüz camlı koridor nihayet dev bir havaalanının – belki zamanalanı desek daha doğru– lobisine çıkıyor. Yüzlerce insan gümrük kontrolüne benzer şeyden geçebilmek için kuyrukta bekliyor. Salon son derece aydınlık. Denizden yükselen gökdelenlerin görüldüğü devasa pencerelerden içeri ışık doluyor. Çok sayıdaki kuyruktan birine katılıp yolcuların arasına karıştığınız sırada birden şu an yasadığınız şeyin rüya değil, gerçek olduğu, asıl evde yaşadıklarınızın rüya olduğu korkusuna kapılıyorsunuz. Bu da doğal olarak sinirlerinizi geriyor.

Eğer gerçekten öyleyse geçmişinize ne oldu?

Kalkıştan beri gerçekten 400 yıllık bir yolculuk yaptıysanız, geride bıraktığınız geçmişiniz, oralarda bir yerde duruyor mu? Dilerseniz o geçmiş yaşamın devamını yaşayabilir misiniz, yoksa o yaşam sonsuza dek kaybolup gitti mi? Sizi adadan evinize gönderen sevgili dostlarınız peki? Çoktan öldüler mi? Birden, öyle olması gerektiğini, onların zamanından geçip şimdiye doğru geldiğinizi anlıyorsunuz.

Uzay ve zamanın karşılıklı etkileşimini kavramak kolay olmayabilir ama aynı insan tarafından aynı anda ve aynı evren içinde, hem de kişi hepsinin farkındayken, birkaç hayatın yaşanabileceği fikrini, hiç kimsenin bakmadığı parçacıklar örneğinde alanlar tam da buna izin veriyor olsa bile hayal etmekte büsbütün zorlanıyorsunuz.

Tek başına parçacıklar için mümkün olan şey, insan vücudu gibi onların milyarlarcasının toplamından oluşan bir organizma için mümkün görünmüyor. Üzüntüyle bu gerçeği düşünürken, sizi şu an sevdiğiniz herkesten ayıran doldurulamaz boşluğu adeta fiziksel olarak hissediyorsunuz ve kalbiniz kederle doluyor.

Fakat şimdiye dek gördüklerinizde bir miktar teselli de var. Sevdiklerinizin geçmiş yaşamları uzay ve zamanda birbiri ardına akan görüntüler haline geldi. Bir zamanlar bedenlerinden yansıyan veya en ufak şekilde onlarla etkileşime girmiş olan tüm ışık ve kütlesiz parçacıklar, sevdiklerinizin varlığına dair bir anı yarattı. Dünya'dan başlayıp uzaklardaki bilinmezlere doğru ışık hızıyla yayılan birer imge, birer suret o anılar. Görünmez ama varlığı her yerde mevcut alanların üstündeki küçük dalgalanmalar onlar... 400 yıl geleceğe gittiğiniz için sevdiklerinizin yaşamlarının görüntülü anıları halihazırda Dünya'dan 400 ışık yılı uzaktaki gezegen ve yıldızları sıyırıp geçiyor. Bu imgeler uzaklaşmaya, daha da yayılmaya devam edecek ve belki de evrenimiz var olduğu sürece orada burada, uzaylıların kullandığı ışık toplayıcı aygıtlara yakalanacak.

Peki, ya sevdiklerinizi meydana getiren madde? Çoktan yok olup gitmiş yıldızların merkezinde milyarlarca yıl önce doğmuş

ve birleşerek dost ve sevdiklerinizin bedenini oluşturmuş o atomlar? Onların da trilyonlarca parçacığı dünyanın dört bir yanına saçılmış... Hatta şu an bir tanesinin yakınında bile olabilirsiniz. Sonuçta tüm parçacıklar aslında bir.

Belki de büyük tablodaki yerimiz o kadar da küçük değil, diye düşünüyorsunuz. Nihayetinde imgemiz burada ve daima da burada kalacak. Hem yaşamlarımızın anısının daima orada bir yerlerde olacağını, yıldızlararasında seyahat edeceğini bilmenin huzur veren bir yanı da var.

Uzay, zaman ve alanlar bizi olağanüstü büyük bir gerçekliğe ait kılıyor.

Sizi meydana getiren alanları hissetmek için kollarınızı yanlara doğru açıyor, alanların Dünya'nın kendi etrafını saran uzay-zamanda yarattığı görünmez eğimleri tırmanışını görmek için ellerinizi havaya kaldırıyor ve tüm geçmiş, şimdi ve geleceklerin aslında birbiriyle nasıl bağlantılı olduğunu anlamaya başlıyorsunuz.

"Her şey yolunda mı beyefendi?" diyor, üniformalı bir kadın aniden.

Dalgınlığınızdan kurtuluyor ve kadının yaklaştığını görmediğiniz için utanarak, "Evet, bir şey yok," diye mırıldanmayı başarıyorsunuz. Ama hayatta bazı şeyler hiç değişmiyor. 2417 yılında bile eğitimli bir gümrük memuruyla karşılaştığı anda herkes kendini suçlu hissediyor.

"Hangi zamandan geliyorsunuz beyefendi?" diyor kadın.

"Yirmi birinci yüzyıl başı," diyorsunuz, bu tür yolculuklara gayet alışkınmışsınız gibi konuşmaya çalışarak.

Kadın emrinin rica gibi algılanmasını önleyen bir ses tonuyla, "Lütfen benimle gelin," diyor.

Yakınınızdaki yeni gelen yolcuların hemen hepsi başınız dertte olduğu için sizi kınayan bakışlarla süzerken, kuyruktan çıkarak görevlinin peşinden koridoru geçiyorsunuz.

"Bir sorun mu var?" diyorsunuz, gümrük memurunun karşısındaki bir kapı yanlara kayarak açılırken.

Fakat aldığınız tek yanıt, "Lütfen içeri girin beyefendi," oluyor.

İçeride (sert görünümlü) başka bir memur büyük bir masanın başında oturuyor. Arkasında, kafasının üstündeki tabelada "Zaman yolculuğu stresi psikoloji koğuşu – Çalışanlarımıza karşı işlenen herhangi bir suç, derhal kovuşturmaya yol açacaktır" yazıyor.

Yeni bir hastayla uğraşmak zorunda kalmaktan hiç memnun olmadığını saklamayan memur, sabırsızlıkla karşısına oturmanızı işaret ediyor.

Sizse çaresizlik içinde etrafınıza bakınarak, soğuk terler dökmeye başlıyorsunuz. Oda bomboş. Sadece masa, soğuk tavırlı memur ve tabela var. Bir de... Artık gözünüze tanıdık gelen sarı tüp, masanın kenarından baş gösteriyor. Parçacık fırlatan yoldaşınızı tanıyınca tüm kaygılarınız buhar olup gidiyor.

Bu da simülasyon mu acaba, diye düşünüyorsunuz. Eğer öyleyse evrendeki yeriniz konusunda size kendinizi biraz daha iyi hissettirdiğine ve yaşamla ölümün doğası üstüne düşündürdüğüne hiç şüphe yok.

Gerçekliği anlama arayışı, yapılacak her şey yapılıp söylenecek her şey söylendikten sonra, kişisel bir arayıştır aslında. Ayrıca ne süperbilgisayar size fikirlerini dayatmalı ne de ben. Kendinize ait fikirlerinizin olması hakkınız. Ancak yine de bu noktada sizi uyarayım, şimdiye dek sadece bilim insanlarının evreni tanımlamada kullandıkları iki teoriye göz gezdirdiniz: Kuantum alan teorisi ve Einstein'ın kütleçekim teorisi.* Şüphesiz ikisi de tutarlı ve zarif görünüyor ama bilin ki içerdikleri pek çok kavramla ilgili sorunlar mevcut.

Aslında dürüst olmak gerekirse henüz *kimse* evreni gerçekten anlayamıyor. Higgs bozonu ya da kütleçekimsel dalga gibi öngörülen şeyler sahiden bulunduğunda, hepimizin bu denli mutlu olmasının nedenlerinden biri de bu belki.

* Einstein'ın (hızlı) hareket eden cisimler teorisi, Özel Görelilik, her ikisinin de içinde yer alır.

Şu an veya kanepenizde ya da tropik ada kumsalında etrafınızı saran gerçeklik bile bir esrar perdesinin ardına gizli. Ancak kesin olan bir şey var. İster çevrenizde olsun ister içinizde ya da Büyük Patlama'nın da ötesinde, var olan tüm sırların yolu nihayetinde "kuantum alanların" tümünün tek bir "kuantum kütleçekim teorisi" ile birleştirilmesine çıkar.

Tamam, böyle bir Her Şeyin Teorisi bulunmadı ama kuantum kütleçekimin en azından bir özelliği biliniyor. Bir ipucu, diyebiliriz. Planck duvarının ötesinde ne olduğuna dair cazip bir fikir sunan bir ipucu.

Bu, iyi haber.

Kötü haberse bu ipucuna açılan tek bir kapının olduğu. Günün birinde, zihinlerimizde de olsa, uzay-zamanın başlangıcının da ötesine gitmenin mümkün olabileceğini düşündüren bir pencere. İşte robot bu yüzden sizi zaman-alanından almaya geldi. İçinde bulunduğunuz oda kaybolup bir kez daha derin uzayın karanlık hatları belirginleşirken, nereye gittiğinizi soruyorsunuz ama lafınızın ortasında durduruluyorsunuz.

"Karadeliğe götürüyorum seni," diyor makine.

Kozmik maceralarınızın en başında yine bir karadeliğe gitmiş olduğunuz için, o yolculukta ne kaçırmıştım acaba, diye düşünüyorsunuz.

Yanıt, hiç değilse bu defa, epey basit.

Yeterince yaklaşmamıştınız.

Altıncı Kısım

Beklenmedik Sırlar

1 | *Evren*

Aslında düşünecek olursanız ait olduğumuz evrenin kendine özgü bir tuhaflığı var. İsmi (İngilizce) *universe*; *uni* ("bir") ve *verse* ("bir şeye dönüşmüş olan") köklerinden geliyor. Yani "bire dönüşmüş" anlamını taşıyor. Bu da daha en baştan kendine özgü bir soruna vurgu yapıyor.

Evrenimizin *içinde* yapılan her deney, pek çok defa tekrarlanabilir. Newton'ın kütleçekim yasasını Dünya'da test etmek mi istiyorsunuz? Bir ok fırlatın. Doğru yaptığınızdan emin değil misiniz? Tekrar tekrar deneyin. Sabırla yaklaşırsanız, başlangıç konumu, açısı ve hızını bildiğiniz takdirde, okun nereye düşeceğini kestirebileceğinizi göreceksiniz. Balistiğin konusu tam da budur. Üstelik işe de yarar. Öyle olmasa ok ve yay yıllar önce terk edilirdi ve İngiltere Fransız olurdu.

Kısacası elinizde bir yasa ve başlangıç koşulu olduğu takdirde, bir okun nereye düşeceğini tahmin edebilir ve koca bir ülkeyi koruyabilirsiniz.

Söz konusu evrenin tamamı olduğunda, iş biraz daha zor.

Elinizde her şeyi açıklayan ve her yere uygulanabilen bir yasa olsa bile onu nasıl işler hale getirirsiniz? İçinde yaşadığımız evrenin bugünkü haline gelişini anlamak için onu nasıl kullanırsınız? Bir başlangıç koşulunuz olması gerekir ki elinizde yok.

Ancak doğayı kurnazlığınıza alt etmeyi deneyebilirsiniz. Bugünden başlayarak zamanı geriye doğru işletir, uzun zaman önce gerçekleşmiş bir başlangıç olayına belki varabilirsiniz. Bilim insanlarının yaptığı budur. Beşinci Kısım'da *sizin* yaptığınız da buydu. Sonunda siz de onlar gibi Planck duvarına ulaştınız. E, bu da güzel bir başlangıç çünkü ulaştığınız yer, uzay ve zamanın bugün dönüştüğü haline karşılık gelen yerdi.

Ancak bu yine de okla yaptığınız deneyin aksine, elinizde oynayabileceğiniz tek bir evren olduğu gerçeğini ne yazık ki değiştirmez. Farklı başlangıç koşullarıyla yola çıkarak başka bir evren yaratmayı deneyip sonucuna bakamazsınız. En azından laboratuvar ortamında.

İyi ama ya bizim evrenimiz tek evren *değilse*? Ya biz, İkinci Kısım'ın sonunda karşınıza çıkandan farklı, bambaşka türden bir çoklu evrenin parçasıydıysak? O durumda *gerçekliğimiz*, her biri farklı başlangıçlara, hatta belki farklı yasalara ve dolayısıyla çok farklı "şimdilere" sahip, sayısız olası gerçeklikten sadece biri olabilir mi?

Bu tür bir çoklu evren fikriyle yakında karşılaşacaksınız çünkü fikir, modern teorik fiziğin bu bölümde inceleyeceğiniz sırlara karşılık ortaya koyduğu yanıtın bir kısmını oluşturuyor.

Kitabın bu bölümü gerçekten de öncekilerden biraz farklı olacak. Birinci ve ikinci bölümlerde çok büyüğün içinde yolculuk yaptınız. Kütleçekimi öğrendiniz. Üçüncü Kısım'da çok hızlı hareket ederken gerçekliğimizin nasıl göründüğünü gördünüz, Dördüncü Kısım'daysa çok küçüğün dünyasına girdiniz. Kısacası şu ana dek uzay ve zamanın göreliliğini ve kuantum fiziğini incelediniz. Ancak şu noktaya dek kütleçekim ile kuantum fikirlerini hiçbir yerde birleştirmediniz. İşte şimdi onu hedefleyeceksiniz.

Bunun için de tıpkı vücut esneterek egzersiz yaptığınız gibi, zihninize biraz egzersiz yaptırmanız gerekiyor.

Kütleçekim ile kuantum fiziğini birleştirmek, çok küçükle çok büyüğü birleştirmek anlamına gelir. Buna hazırlanmanız için zihninizin çok küçükten çok büyüğe, sonra yeniden çok küçüğe sıçramayı ve bunu tekrar tekrar yapmayı öğrenmesi gerekir.

Bunu yaparken şimdiye dek karşılaştığınız teorilerde neyin *yanlış* gittiğini göreceksiniz.

Bu da bittikten sonra robot rehberinizle birlikte kütleçekim ve kuantum etkilerin her ikisinin de devrede olduğu bir yere gideceksiniz.

Ancak şimdilik gelin, sadece siz ve ben, modern bilimin gizemlerine bir göz atalım.

•

Fizikte üç çeşit gizem olduğu söylenebilir.

Bunlardan ilki, teorilerin kendisinde saklıdır: Teoriler, teoriktir. İkincisinin kökü, gözlem ve deneylerde yatar. Her zaman değil ama genelde araştırmaların itici gücünü oluşturan, bu tür gizemlerdir. Üçüncü tür gizem, kimse artık *bir şeyi* anlamaz hale geldiğinde ortaya çıkar. Karadelikler ve uzay-zaman öncesinin fiziği üç türe de girerler. Bizimle modern araştırmanın kutsal kâsesi arasında yatan hem köprü hem engeldirler. Kutsal kâseyse kuantum dünya ile uzay-zamanın Einstein'ın açıklığa kavuşturduğu dinamik yönlerini birleştiren teoridir. Bu yüzden her ikisi de heyecan vericidir.

Robotun sizi karadelik yakınlarına götürmeye bu kadar hevesli olmasının nedeni de yine bu.

Peki, neden karadelik? Neden evrenin başlangıcı değil?

Çünkü hem karadelik hem de evrenin doğumu örneğinde, çok küçük bir hacimde muazzam miktarda enerji sıkışmıştır. Her iki durumda da çok büyük büzüşerek çok küçüğe dönüşmüştür ve yine iki örnekte de ne kütleçekimin ne de kuantumun etkileri göz ardı edilebilir.

Karadelikler ve evrenimizin başlangıcı, bu anlamda birbirine benzer.

Ancak tabii ki evrene dışarıdan bakılamaz. Görünür olsun olmasın, var olan her şeyin davranışına hükmeden bir yasa bulsak bile farklı başlangıç düzeneklerinin, bir bütün olarak evrenimiz için farklı evrimsel modeller ortaya çıkarıp çıkarmadığını deneyle test etmemizin yolu yok. Laboratuvarda Büyük Patlamalar yaratamadığımız gibi geceleri gökyüzünde de analiz edebileceğimiz yepyeni evrenlerin doğumunu göremeyiz.

İşte karadelikler bu yüzden yararlıdır.

Bir kere, sayıları bol. Evrende istediğiniz gökadayı seçin, ortasında büyük olasılıkla süper kütleli bir karadelik bulursunuz. Ayrıca kütlesi yıldızımızın sadece birkaç katı olan, dört bir yana yayılmış başka birçok küçük kütleli karadelik bulunduğu da tahmin ediliyor. 2017 itibarıyla şimdiye dek belirlenmiş en büyük

karadelik, Güneş'in 23 milyar katı kütleye sahiptir. Bu karadelik bize 12 milyar ışık yılı uzaklıkta, bugün yakaladığımız ışığı yaydığı sırada çok genç olan bir gökadanın içinde yer alır. Ölçeğin diğer ucundaysa en küçük karadeliğin boyutu, teorik olarak, Planck ölçeği denen sınıra dek inebilir. Bu da hem kütleçekim hem kuantum etkilerin göz önüne alınmasını gerektiren bir ortama karşılık gelir. Planck uzunluğu sayıyla bir milimetrenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin 16 milyonda birine denk gelir. Bu da o kadar küçük bir boyuttur ki karadeliğin pratikte herhangi bir boyutta olabileceği anlamını taşır.

Karadeliklerle evrenin başlangıcının önemli bazı ortak özellikleri vardır. Her ikisinin de bir sınırı vardır ve o sınırın ötesinde kuantum etkiler kapsama alınmadığı sürece kütleçekim kullanılamaz. Sözü edilen sınır Planck duvarıdır; geçen bölümün sonunda, Büyük Patlama'nın ötesine zamanda yolculuk yaparken karşınıza çıkan duvar. Evrenin doğduğu sıralarda bu duvar her yerdeydi. Ancak karadelikler söz konusu olduğunda duvar normalde gözlerden saklı, sadece tek yönlü açılan bir kapının, bir *ufkun* ardındadır. Bu bölümün sonunda işte bu ufuklardan birinin ötesine geçeceksiniz.

Bu yolculuk sizi nihai yolculuğunuza, modern teorilerin en gözdesi tarafından görüldüğü şekliyle evrende yolculuğa çıkacağınız Yedinci Kısım'a götürecek anahtar işlevini görecek. Söz konusu teori ise uzay, zaman ve kuantum alanları birleştirmeye çalışan bir Her Şey vizyonu. Ancak hem çoklu hem de paralel evrenlerin ve bir de fazladan boyutların varlığını zorunlu kılan *sicim teorileri* adlı bu teoriler öyle çılgındır ki bilim insanlarının basbayağı kafayı sıyırdığını düşünebilirsiniz.

Tabii bu kadar çok sırrı çözmüyor olsalardı...

Bu sayfaya erişebilmek için geçtiğiniz onca yoldan sonra yirminci yüzyıl fiziğinin hemen her şeyi keşfetmek şöyle dursun, bizi çoğunlukla derin ve karanlık bilinmezlerle dolu bir evren tablosuyla baş başa bıraktığını öğrenmek size komik gelebilir. Ama bu

sizi hayal kırıklığına uğratmasın. Söz konusu bilinmeyenler, yarının bilimine açılan (opak) pencerelerimizdir bizim. Hem aramızda kalsın, insanlığın hemen her şey konusundaki anlayışının yüz yıldan kısa bir sürede ne kadar geliştiğini ve günümüz teorik fizikçilerinin zihinlerinde yeşeren hayret verici fikirleri görünce, bizi daha pek çok düşünce devriminin beklediğine dair pek şüphesi kalmıyor insanın. Hatta bu fikirlerden bazısı algımızı tuhaf, sihirli ve yepyeni bir gerçekliğin vaadiyle yoğurmak üzere şimdiden olgunlaşmış ya da çiçek açmaya hazır, sadece doğru deneyi bekliyor olabilir.

Gelelim, az sonra yaşayacaklarınıza.

Önce evrenimizi dolduran kuantum alanlara bir kez daha bakacak ve size şimdiye dek söylediklerime karşın hiçbir şekilde akla yatmadıklarını göreceksiniz. Ardından hem canlı hem de ölü bir kediyle tanışacaksınız ve durmayıp devam ederseniz artık hiçbir şey anlamamaya başlayacaksınız.

Tüm bu başarılardan aldığınız güçle evrenimizden bir ağacın dalları misali dallanan paralel evrenleri göreceksiniz.

Kuantum dünyasının, sağduyumuzun bizi gerçeklik diye inandırdığı şeyin tamamen ötesinde yer aldığına ikna olduktan sonra daha tanıdık bir alana adım atacaksınız. En sonunda da çok küçükle çok büyüğü birbirinden ayıran boşluğa bir köprü kurmak için, yeniden büyük resme döneceksiniz ve her birini iyi tanımlanmış bulmayı ümit ederek, Einstein'ın teorisine, evrenimizin gökadalarına ve genişlemesine yepyeni bir gözle bakacaksınız. Ancak ne gariptir ki iyi tanımlanmış bulmayacaksınız. Evrenimizin içerdiklerinin çoğunun teleskoplarımıza görünmez olmakla kalmayıp aynı zamanda bilinmez olduğunu bizzat göreceksiniz. Evren büyük ölçekte de tıpkı küçük ölçekte olduğu gibi, neresine baksanız sırlarla doludur.

Sonunda Einstein'ın bükülmüş uzay-zaman teorisinin, ne denli güçlü olsa ve sonsuza dek güçlü kalmayı sürdürecek olsa da tamamlanmamış olduğu hatta kendi çöküşünü önceden gördüğü ve dolayısıyla Her Şeyin Teorisi olamayacağı gerçeğini gönüllü ya da gönülsüz, sindirmek zorunda kalacaksınız.

Evrenimizde bu teorinin kullanılamayacağı yerler *var*. Bu da her şeyi açıklamak istiyorsak daha büyük bir teoriye ihtiyacımız olduğu anlamına gelir.

Teori hangi noktada mı çöküyor?

Tahmin etmişsinizdir: Karadeliklerin içinde, Büyük Patlama'dan önce ve Planck duvarına giden yolun üstünde bir yerlerde.

Şimdiye dek insanlığın etrafımızı saran dünyayı tanımlamak için geliştirdiği en iyi teorilere yolculuk yaptınız. Pratikte evrenimiz hakkında, dünya üstündeki en iyi üniversitelerin herhangi birinden mezun iyi bir öğrenci kadar bilgi sahibi oldunuz. Teknik açıdan değil elbette; fikirsel açıdan. Bir davette öne çıkmak için yeterli bilgiye şimdiden sahipsiniz.

Şimdi sıra, daha ileri giderek neyin *işlemediğini* görmenize geldi. Ondan sonra öne çıkmakla kalmayacak, dostlarınızın şaşkınlıkla kafalarını kaşımalarına neden olacaksınız.

2 | *Kuantum Sonsuzluklar*

Uzay vakumunun "gerçekte" neye benzediğini anladığınız anı hatırlıyor musunuz? O ana dek salt boşluk gibi görünen şey, dalgalanıp duran alanlardan bir enginliğe dönüşmüştü. Dalgalanmalar, alanların vakumlarındaki her yerde beliriveren parçacıklara dönüşüyordu.

Kuantum dünyasında bir şey olasılık dahilindeyse gerçekleşir. Bu yüzden şimdi gündelik boyutlarınızı ve kütleçekimi bir an için unutun ve mini-sizi, çok küçüğün dünyasında, kuantum alanlara gömülmüş, bir-mini sandalyede otururken hayal edin. Bir hakem gibi iki elektronun birbiriyle etkileşimini izlesin. Tenis maçı izler gibi. Burada elektronlar oyuncu, oyuncular arasında dans eden sanal fotonlar ise top.

Sağınızda bir yerde bir elektron var. Bir tane de solunuzda. Tıpatıp aynı olduklarından ikisi de aynı elektrik yükünü taşıyor. Bu durumda mıknatıs gibi birbirlerini itmeleri gerekir. İşte bunu izlemek eğlenceli olacak. Elektronlar şimdilik uzaktalar ve içinden doğdukları elektromanyetik alanda yayılıyorlar. Birbirlerine yaklaşıyor ve çarpışmanın eşiğine geliyor ama çarpışmıyorlar. Etkileşime giriyorlar. Oynuyorlar. Elektromanyetik alan içinden sanal fotonlar aniden beliriyor ve elektronları saptırarak, saçıyorlar. Sonra da maç başladığı gibi çabucak bitiyor. Elektronlar ve sanal fotonlar çekip gidiyor.

Bir sonraki maçı bekliyorsunuz.

Bir çift elektron daha yolda.

Bu defa dikkatinizi elektronlar yerine, sanal fotonlara odaklamaya karar veriyorsunuz. Mini-gözlerinizi iri iri açıyorsunuz.

Elektronlar hareket ediyor. Gitgide yaklaşıyorlar ve *–hop!–* sanal fotonlar beliriveriyor. Hiçbir şeyi kaçırmamak için zamanın akışını yavaşlatıyorsunuz.

Elektronlar saptırılmak üzere.

Sanal fotonlar da orada işte.

Ama bir şeyler oluyor.

İki elektron tenis oyuncusu arasında ortaya çıkan sanal fotonlardan biri kendiliğinden tuhaf bir dönüşüm geçiriyor.

Parçacık-anti-parçacık çiftine dönüşüyor: Bir elektron ve bir pozitron.

Sanal ışık incilerini kaybetmekten etkilenip etkilenmediklerini anlamak için elektronlara bakıyorsunuz ama pek aldırış ediyor gibi görünmüyorlar. Siz de yeniden az önce oluşan çifte dönüyorsunuz ama... Artık bir çift olmaktan çıkıp iki buçuk olmuş.

Mini-gözlerinizi kapatıp ovuşturuyorsunuz.

Nasıl bir maçtır bu?

Gözlerinizi yeniden açıyorsunuz.

İki elektronun arasında birden binlerce parçacık-anti-parçacık çifti oluşmuş.

Gözlerinizi kırpıştırıyorsunuz.

Şimdi milyonlarcası var.

Şimdi milyarlarcası.

Yeniden gözlerinizi kırpıyorsunuz ve... Hepsi gidiyor.

Elektronlara bakıyorsunuz.

Saçılmışlar. Tıpkı önceki oyuncular gibi. İnanılmaz.

Az önce tanıklık ettiğiniz şey, çok küçüğün dünyasında geçerli kuantum yasaların sonuçlarından biriydi: Bir şeyin olasılığı varsa o şey gerçekleşir. Hareket eden elektronların enerjisi içine dalan sanal fotonların, sanal parçacık-anti-parçacık çiftlerine dönüşmesi gayet olasıdır. Bu yüzden de yeni parçacık-anti-parçacık çiftlerine dönüşürler. Dönüşenler de yeni çiftlere dönüşür... Veya yok olarak yeniden ışığa dönüşürler, o ışık da...

Gerisini anladınız.

Sadece iki minik elektron etkileşime girdiğinde bile, etkileşim sırasında sanal çiftlerin ortaya çıkma olasılığı sonsuzdur. Bu yüzden de işin içine sonsuz sayıda sanal çift girer.

Mini hakem sandalyenizde memnuniyetle oturmaya devam ederken bunu düşünüyor ve yeniden havai fişek gösterisi izlemek için bir sonraki maçı bekliyorsunuz ama ortada oyuncu yok artık. Size doğru gelen elektronlar yok. Yine de şimdi nereye bakmanız gerektiğini bildiğinizden, sanal parçacık-anti-parçacık çiftlerinin, daha yavaş da olsa oluştuğunu görüyorsunuz. Etrafta oyuncu yokken, hiçlikten bir anda doğan tenis topları ve anti-toplarına benziyorlar.

Bu çift oluşumları, vakumun ***kuantum dalgalanmalarıdır.***

Dalgalanmalar her zaman gerçekleşir ama erişebilecekleri elverişli bir enerji varsa –ortaya çıkan elektronların kinetik enerjisi gibi– çok daha fazla uyarılırlar.

Şimdi karşınızda kendiliğinden bir elektron-pozitron çifti beliriyor ve çift yok olarak fotona dönüşüyor. Foton da yine kendiliğinden başka bir çifte; bir kuark-anti-kuark çiftine dönüşüyor. Şimdi ise anti-kuarklardan biri gluon yayıyor, buna karşılık...

Vakumda bile etrafta hiçbir şey yokmuş gibi gözükürken, dünyamızı doğru resmedebilmek için her yerde ve her zaman parçacık-anti-parçacık oluşumlarının tüm sonsuz olasılıklarının göz önüne alınması gerekiyor.

Tam bir keşmekeş.

Hem de yıkıcı bir sonucu olan bir keşmekeş. Yıkıcı çünkü olasılıklar öyle önemli ve çok sayıda (hatta sonsuz) ki buna bakınca evrenimizin her bir noktasında sonsuz miktarda enerji olması gerekiyor. Başka hiçbir şeyin olmadığı yerde, vakumda bile. Ancak tahmin edileceği gibi, durum böyle değil. Öyle olsa bu durumun uzay-zaman üstünde yaratacağı olağanüstü kütleçekim etkisi yüzünden evrenimiz hemen şu an her bir noktada çökerdi. Demek ki bir yanlışlık var bu tabloda.

Bu can sıkıcı problemi kolaylaştırmak için kuantum alan teorisyenleri hayli kurnaz bir numara ürettiler: Kütleçekimi tamamen ve öylece unutmaya, oyundan bütünüyle çıkarmaya karar verdiler. Hazır işe koyulmuşken, sonsuzlukları da çıkardılar. Bunlar devreden çıkınca kalanlarla hesap yaptılar ve... Abrakadabra! İşe yaradı.

Böylesi matematiksel bir ameliyatın babası muhteşem ve parlak fizikçilerden Hollandalı teorik fizikçi Gerard 't Hooft, doktora danışmanı Martinus Veltman ile birlikte bu başarısına karşılık 1999 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Onlar (ve başka birkaç kişi) sayesinde ve sonsuzluklara çözüm getirme amaçlı matematiksel hokus pokusa karşın, kuantum alan teorisi, öngörüsel gücüyle belki de tüm zamanların en başarılı bilimsel teorisi oldu. Sonsuzlukları devreden çıkarmanın sonucunda daha önceden görülmemiş parçacıklar öngörülmeye başlandı ve bu öngörüler –parçacıkların kütlesi ya da yükü söz konusu olduğunda– 100 milyarda birden bile düşük bir yanılma oranına sahipti. Rastgele seçilmiş bir kişi böyle bir hatasızlığa sahip olsa bir bardan aldığı bir milyon pint (568.261 lt) biradan tek bir damlanın eksik olduğunu bile anlayabilirdi. Böyle bir yetimiz olsa şüphesiz her günümüz itirazlarla geçerdi.

Kuantum alan teorileri, öngörü gücü açısından hayret verici derecede başarılıdır ama bu numara bizi bir milyon biranın bile unutturamayacağı bazı nedenlerden dolayı zorda bırakır.

Neden ortaya çıkıyor bu sonsuzluklar?

Sırf evrenimizin bu teorilerle araştırdığımız bölgelerinden bile küçük yerlerinde neler olduğunu bilmediğimiz için mi?

Belki.

En azından sıra dışı Amerikalı bir fizikçi böyle düşünüyordu. İsmi Kenneth Geddes Wilson'dı ve parçacıklar hakkında bir sonuca varabilmek için sonsuz küçük bölgeleri açıklamaya çalışmak yerine, asıl sorunun bizzat bu tür baş döndüren ölçeklerde olduğunu öne sürdü. Parçacıklar hakkında konuşabilmek için insanın mutlaka birbirinden küçük ölçekleri göz önüne alması gerekmiyordu. Pazar tezgâhındaki elmaları birbiriyle karşılaştırmak için atomları bilmeye gerek olmadığı gibi, bilinmeyen de değerlendirilip sistemleştirilip unutulabilir, dedi –ve bunu kanıtladı– Wilson.

Söylediği doğru çıktı. Hatta bu sayede 1982 Nobel Fizik Ödülü'nü aldı.

Ancak Wilson sonsuz küçüğün içinde neler olduğuna ilişkin sorunu çözmemiş, sadece aradan çıkarmıştı. Bilinmeyeni kabaca eleyen bir kestirmeye sapıldığında, önceden alanı bozan sonsuzluklar artık gerçekleşmiyordu.

Sonsuzlukları aradan çıkarma işleminin bir adı vardır: *renormalizasyon* (yeniden normalleştirme). Yukarıda da dediğim gibi hesap yapma açısından son derece verimlidir. Ancak her şeyi anlama konusunda biraz olsun umutlanabilmek için bile bilinmezi es geçmemek gerekir. Aksine içine dalmalısınız. Hatta özellikle dalmalısınız çünkü kütleçekim söz konusu olduğunda bu renormalizasyon prosedürleri işe yaramaz.

Kuantum alan teorileri evrenin içerdikleriyle ilgilidir. Doğruluk oranları da çok hatta şaşırtıcı derecede yüksektir. Ama sadece arkaplandaki uzay-zaman sabit bırakıldığında, kütleçekim hiçbir şeye hiçbir etki yapmadığında... Bu da pek gerçekçi bir dünya sayılmaz.

Kütleçekimi geri getirmenin bir yolunu bulmamız gerekiyor.

Kütleçekimi bir kuantum alanına dönüştürmemiz gerekiyor.

Peki, nasıl yapabiliriz?

Kuantum alan teorilerine göre etrafta alanlar olduğu anda bu alanlar *kuanta** denen küçük enerji paketlerini veya küçük madde paketlerini oluşturabilirler. Elektromanyetik alanın temel kuantası, alanın temel parçacıklarının en az enerjik hali, fotonlar ve elektronlardır. Benzeri biçimde güçlü nükleer kuvvet alanın temel kuantası, kuarkları ve gluonları verir. Varsayımsal bir kuantum alan sayılan kütleçekim alanının temel kuantasıysa daha önce graviton dediğimiz şeylerdir.

Tüm bunları Beşinci Kısım'da gördünüz ama o sırada fazla üstünde durmadık. Peki, şimdi neden tekrar karşımıza çıktılar? Ne gibi bir yanlışlıkları olabileceğini görmek istiyoruz da ondan.

---

* "Kuantum" sözcüğünün sözlük anlamı "küçük paket"tir; Latinceden gelir ve "kuanta" çoğuludur.

•

O halde gelin, kütleçekimin şimdiye dek gördüğünüz diğer alanlar gibi bir kuantum alandan kaynaklandığını düşünelim. O durumda gravitonlar da kuvvet taşıyıcılar olur. Kâğıt üstünde bu gravitonların çevrelerini nasıl etkileyeceğini hesaplayan teorisyenler, etkilerin tam da uzay-zaman bükülmesi gibi olacağını buldular.

Kâğıt üstünde onlar *gerçekten* de kütleçekimdi.

Oldukça ümit verici bir başlangıç.

Ne var ki bilim insanları biraz daha düşündüklerinde, kütleçekimsel alan kuantasının, yani bizzat gravitonların, apaçık bir fikir olan kütleçekim fikrini tamamen çökerttiğini buldular.

Bu ise hiç iyi bir şey değil.

Neden böyle, peki?

Bir kere, gravitonların birbirleriyle etkileşime girmemek için hiçbir nedenleri yok. Gerçekten varlarsa o zaman şüphesiz her şey kadar onların da kütleçekime tabi olmaları gerekir; bu da "kendilerine" tabi olmaları gerektiği anlamına geliyor.

İkincisi, bir kuantum alanın temel parçacıkları olarak, alanlarının vakumu dışında da her yerde ortaya çıkabilmeli ve tıpkı 't Hooft ve Veltman'ın tedavi ettiği sonsuzluklar gibi sonsuzluklara yol açabilmeliler. Ancak bu defa kütleçekimsel kuantum sonsuzluklar herhangi bir renormalizasyon prosedürüyle aradan çıkarılamaz. Burada 't Hooft ve Veltman'ın düzeneği tamamen çöker, Wilson'ın yaklaşımıysa gravitonların etkin olduğu mesafeleri görmezden geldiği için zaten hiç uygulanamaz.

Sonuçta tüm bunların anlamı şu: Kütleçekimi standart yolla kuantum alana dönüştürmeye çalıştığımızda gerçek anlamda problematik sonsuzluklar ortaya çıkıyor. Onlardan kurtulmak için kütleçekimi görmezden gelmek mümkün değil çünkü gravitonlar zaten kütleçekimin *kendisi*.

Kütleçekim az önce sözünü ettiğimiz gibi bir kuantum alan olsaydı, gravitonlar doğada kütleçekimin işleyişinin doğru bir tanımı olsaydı, uzay-zaman bu sonsuzluklara tepki vermeli ve hemen her yerde çökmeliydi. Oysa çökmüyor. Aksi takdirde burada böyle onu konuşuyor olmazdık.

•

Ancak ne komiktir ki tüm bunlara karşın (ben de dahil; nedenini size Yedinci Kısım'da göstereceğim) akıllarını kaçırdıklarını düşünebileceğiniz pek çok bilim insanı gravitonların, en azından herkesin peşine düştüğü o büyük teorinin bir parçası olarak var olduğunu düşünüyor.

Şimdi, konu buralara gelmişken, daha da ileri gidelim ki Einstein'ın genel görelilik teorisi ile kuantum alan teorisinin anlaşamamama nedenlerinden birkaçını en baştan görelim.

Kütleçekim uzay-zamanla ilintilidir. Yani uzayla ve zamanla. Birbirinin içine geçmiş biçimde.

Bir kuantum alan teorisinde, vakumda aniden beliren temel parçacıklar, alanın kendisinden meydana gelir. Bu yüzden kuantum alan *kütleçekim* teorisinde de temel parçacıkların kendi alanlarından meydana gelmesi gerekir. Ancak o alan, uzay-zamandır. Dolayısıyla parçacıkların uzay-zamanın kendisinden meydana gelmeleri gerekir.

Buysa etrafta, her yerde, temel uzay-zaman paketleri olması ve bunun sonucunda uzayın da zamanın da sürekliliği olmaması gerekiyor demek.

Daha kötüsü, bu uzay-zaman paketlerinin hem dalga hem de parçacık gibi hareket edebilmeleri gerekiyor. Ayrıca kuantum tünellemeye, kuantum sıçramaya tabi olmaları...

Haydi, şimdi kafanızda canlandırın hepsini bakalım.

Aslına bakarsanız, normal bir insansanız, sırf bunu düşünmeye çalışmak bile beyninizi eritiyor olmalı.

Ancak doğa açısından bunlar belli ki hiç sorun değil.

Asıl problem şu: Söz konusu sorunlu sonsuzlukları unutsak bile bizi meydana getiren tüm parçacıkları böylesine güçlü biçimde tanımlayabilen diğer tüm kuantum alan teorileri sadece etrafta uzay-zaman paketi diye bir şey olmadığı sürece işliyor.

Diğer bir deyişle, genel görelilik ile kuantum alan teorisi aynı uzay ve zaman kavramlarını kullanmaz.

Bu da bir problemdir.

Çok büyük bir problem. Bariz bir çözümü de yok.

İşte bu yüzden de insan tuhaf bir ortada sıkışıp kalmışlık hissine kapılıyor. İnsanoğlu son derece etkili iki teoriyi ortaya çıkardı: Biri, evrenimizin yapısını tanımlıyordu (Einstein'ın kütleçekimi: Genel görelilik teorisi), diğeriyse evrenimizin içerdiği her şeyi (kuantum alan teorisi). Ve bu iki teori birbiriyle konuşamıyordu. İki bilim alanının her birinde çalışan fizikçiler bile çok uzun bir süre durumu örnek alarak birbirleriyle konuşmadılar. Kuantum alan teorisi çalışmalarıyla Nobel Ödülü kazanmış ve gelmiş geçmiş en parlak bilim insanlarından sayılan ABD'li teorik fizikçi Richard Feynman, karısına bu durumla ilgili unutulmaz bir mektup yazmıştı: "Hiçbir şey vermiyor bu toplantı bana," demişti, 1962'de kütleçekim konulu konferanstan sonra. "Hiçbir şey öğrenmiyorum çünkü ortada herhangi bir deney yok. Bu alan aktif bir alan değil, bu yüzden de en iyilerden çok az kişi bu alanda çalışmalar yapıyor. Sonuçta konferansta bir sürü (126) kaz kafalı var ki bu da tansiyonuma hiç iyi gelmiyor. Hatırlat da bundan sonra kütleçekim konferanslarına gitmeyeyim!"

Lakin yeni teknolojiler ve Stephen Hawking gibi teorik fizikçiler sayesinde bilim insanları kısa sürede bilmedikleri şeyi görmezden gelemeyeceklerini anladılar ve her iki taraftan birbirine fikir akışı başladı. Sonunda az sonra sizi götüreceğim Yedinci Kısım'da göreceğiniz çılgınca fikirler doğmaya başladı.

3 | *Olmak ve Tercihen, Olmamak*

Robotun metal direkli beyaz odada oynadığı kuantum parçacıkları hatırlıyor musunuz? Oralarda, çok küçüğün dünyasında, parçacıklar kimse bakmadığı sürece gerçekten de bir yerden bir yere, bir zamandan bir zamana gitmek için tüm olası ve olasılık dışı yolları izliyorlardı.

Madem öyle, neden vücudunuzu oluşturan tüm parçacıkların tüm kuantum özellikleri sizi bir "kuantum-size" dönüştürmüyor?

Çok havalı olmaz mıydı?

Hayal edebileceğiniz tüm olası yaşam seçimleri aynı anda gerçekleşirdi. Hem çok zengin hem çok fakir, hem evli hem bekâr, hem mutlu hem üzgün olur, hem Nobel Ödülü kazanır hem de fena halde aptal olur, hem orada hem burada olur ve hem şimdi hem de o zamanda yaşardınız... Kısacası istemedikleriniz dahil, aklınıza gelebilecek tüm hayatları yaşardınız.

Ama böyle bir şey oluyormuş gibi görünmüyor.

Hâlbuki siz de kuantum malzemesinden yapılmadınız mı? O zaman bunların olması gerekir.

Ama olmuyor.

Neden?

Akıl almaz görünse de bilen yok. Aslında konu kuantum dünyasının en büyük sırlarından biriyle ilintili: Kuantum etkileri neden her yerde görmüyoruz?

Diğer her şey gibi kuantum parçacıklardan meydana gelmiş olarak, kuantum alanların birer ifadesi olarak, neden dünyayı, parçacıkların küçücük, atomaltı düzeyde deneyimledikleri gibi değil de bu şekilde deneyimliyoruz?

Dünyanın halinin böyle olduğunu, fiziğin doğa kurallarını sorgulamakla değil, deşifre etmekle ilgilendiği öne sürülebilir elbette.

Ancak bu tür kabullenişçi bir önermenin küçük bir sorunu var: Kuantum dünyanın kuralları gündelik yaşamda algıladığımız gerçeklikten öylesine farklı ki kuantum dünyayla (deneyimlediğimiz ve alışkın olduğumuz dünyaya verdiğimiz ismiyle) *klasik* dünya arasında bir çeşit geçiş olması gerekir. Vücudumuzu meydana getiren veya havada ya da uzayda bulunan parçacıklar, bildiğimiz tenis ya da beysbol topu gibi davransaydı, her şey yolunda olacaktı. En küçük elementlerden en büyük olanına dek her şeyi anlayacaktık.

Ama öyle davranmıyorlar.

Çok küçüğün dünyasına yaptığınız yolculukta defalarca gördünüz öyle davranmadıklarını. Örneğin, hidrojen atomu etrafında dönen elektronu yakalamaya çalıştığınızda, elektronun nerede olduğunu ve ne kadar hızlı gittiğini aynı anda bilmenin zorluğunu hatırlıyor musunuz? O halde gelin şimdi bu olguya bir kez daha göz atalım.

Kendinizi mini-siz halinizle hayal edin. Bir atomdan da küçüksünüz. Bir parçacık size doğru yaklaşıyor. Hakkında hiçbir şey bilmiyorsunuz... Ne boyutunu ne nerede olduğunu ne de ne hızla yaklaştığını... Sadece kuantum dünyanın kurallarına uyduğunu biliyorsunuz.

Yanınızda getirdiğiniz mini çantanızdan mini bir fener çıkarıp ışığını yakmaya hazırlanıyorsunuz. Amacınız fener ışığının, yerini bilemediğiniz parçacıktan sekmesi ve size geri dönerek parçacığın yerini belli etmesi.

Ne var ki bu iş için herhangi bir ışığı kullanamazsınız.

"Doğru" ışığı kullanmanız gerekir.

Işığın dalga olarak da düşünülebildiğini hatırlıyorsunuz, değil mi? İşte "doğru" ışık burada, birbiri ardı sıra iki dalga tepesi (ışığın dalgaboyu) arasındaki ayrılığın, aşağı yukarı hedefiniz kadar ya da ondan küçük olması gerektiği anlamına geliyor. Çok büyük bir dalgaboyu kullanırsanız, karşılığı olan ışık, parçacığı fark etmeyecektir bile. Tıpkı radyo dalgalarının evinizin duvarı

içinden, duvarı fark etmeden geçip gitmesi gibi parçacığın içinden öylece geçip gidecektir. Ancak "doğru" dalgaboyu ile bir geri sekme alacaksınız ve kullanılan dalgaboyunun doğruluk oranıyla, parçacığınızın konumunu söylemeyi başaracaksınız. Aynı anda parçacığın hızının da ne olduğuna bakabileceksiniz ve onunla ilgili bilmek istediğiniz her şeyi bileceksiniz.

Kolay.

Bu bilgiyle son model mini fenerinizin düğmesini çok enerjik bir atıma ayarlıyorsunuz. Dikkatinizi toplayıp ışığı açıyorsunuz ve... *Bum*! Bir şeye isabet ettiriyorsunuz. Bir parçacığa. İşte orada. Tam karşınızda. Işık ondan sekerek size geri geldi. Işığın oraya gidip geldiği süre size parçacığın çarpışma sırasındaki yerini tam olarak söylüyor, bu yüzden de parçacık artık her yerde olamaz. Bir kez saptandıktan sonra kuantum dalga niteliklerini yitirir. Saniyeden kısa bir süre önce fenerinizi inceleme aygıtı olarak kullanma eyleminizin sonucunda, aynı anda sahip olduğu tüm konumlar içinden bir tanesi seçilmiş oldu. Tıpkı robot beyaz odada parçacığı fırlattıktan sonra parçacığın dedektör tarafından saptanana *dek* her yere gitmesi gibi. Geri dönüşü olmayan bu sürece *kuantum dalga çökmesi* deniyor.

Çökmenin gerçekleşmesinden sonra parçacığın yerini, bir dalgaboyu hassasiyetine varan hatasızlıkla bilirsiniz. Şimdiyse çarpışma noktasında parçacığın ne hızla hareket ettiğini bilmek istiyorsunuz.

Ama bu o kadar kolay olmayacak.

Hatta soruyu tam yanıtlayamayacaksınız.

Hem de hiçbir zaman.

Unutmayın: Dalgaboyu ne kadar kısaysa karşılık geldiği ışık o kadar enerjiktir.

Bu da demektir ki elde ettiğiniz konum ne kadar hassassa fenerinizde o kadar enerjik bir ışık kullanmış ve parçacığa o kadar sert vurmuş olmanız gerekir. Dolayısıyla parçacığın sonraki hızı hakkında o kadar az şey bilirsiniz.

Bizim alışkın olduğumuz dünyada bu, önemsiz bir ifadedir.

Hareket eden bir cismin konumunu karanlıkta, cisme bir şey fırlatarak belirlemeye çalıştığınızı hayal edin. Çarpışmanın kendisi, incelemeye çalıştığınız şeyi etkileyecektir. Fırlattığınız şey size geri gelirse cismin çarpışma anında nerede olduğunu bilirsiniz. Ama cismin nereye gittiğini anlamak için bir kez daha bir şey fırlatırsanız, ilk atışınız yüzünden cismin hızının değiştiğini anlarsınız.

Gerçekten önemsiz.

Oysa kuantum dünyasında bu, sadece önemsiz bir belirsizlik *değildir*. Doğanın köklü niteliklerinden biridir. Bu nitelik esasen, bir parçacığın hem yerini hem de hızını bilemeyeceğinizi söyler. Kurala *Heisenberg belirsizlik ilkesi* denir ve ismini, ilkeyi keşfeden Alman teorik fizikçi Werner Heisenberg'den alır. Heisenberg atom dünyası kuantum teorisinin kurucu babalarından biridir. Buluşuna karşılık 1932 Nobel Fizik Ödülü'nü aldı. Sözünü ettiği şeyin ne olduğunu gayet iyi biliyordu. Ancak o günden bugüne herkesin anlayamadığı gibi, o da nedenini *anlayamıyordu*. Çünkü bu durum sezgilerimizi aşar, sağduyumuza ters düşer.

Belirsizlik ilkesi kuantum dünyasını anında gündelik, klasik dünyamızdan farklı kılar.

Şu an siz, kendi bedeninize kıyasla, okuduğunuz kitabın nerede olduğunu *ve* ne hızla hareket ettiğini biliyorsunuz. Dolayısıyla kitabın konumunu ve hızını, oldukça yüksek bir doğruluk oranıyla biliyorsunuz. Ancak yine de konumu ve hızına ilişkin bir belirsizlik var. Fark edemeyeceğiniz kadar küçük, bu yüzden de pek önem taşımayan bir belirsizlik.

Ne var ki çok küçüğün dünyasında, mini-siz halinizle, elinizde bir kitap, hatta fener tutamazsınız. Bu kitabın mini örneğinin yerini tam olarak bilseniz bile, hızıyla ilgili belirsizlik çok büyük olurdu çünkü sırf yerini anlamak için ona çok sayıda parçacık fırlatıyor olurdunuz ve ona asla bakamazdınız. Buna karşılık, kitabın hızını tam olarak bilseniz, nerede olduğunu hiçbir şekilde bilemezdiniz ki bu da onu okumanızı epeyce zorlaştırırdı. Çok küçüğün dünyasında konum ve hız bulanık kavramlara dönüşür. Casimir etkisi gibi, teknoloji giderek küçüldükçe, bu da yine

mühendislerin daha çok yüzleşmek zorunda kalacağı bir sorun olacak.

Tüm dediklerim bir yana, Heisenberg belirsizlik ilkesi aslında bir gizem değildir.

Olgudur.

Daha doğru konuşmak gerekirse belirsizlik bile değildir. Sadece klasik konum ve hız kavramlarımızın çok küçüğün dünyasında geçerli olmadığını söyler. Doğa o dünyada çok farklı işler ve bizim de bunu açıklayacak teorilerimiz var. Onu öngörebilen teoriler, yani kuantum fiziği. Ayrıca bu tuhaf etkiler bizim ölçeklerimizde kendini gösteriyorlar ama biz onları hissedecek yapıda değiliz. İşin içine çok sayıda parçacık girdiğinde önemsizleşirler. Üstelik bu da gayet iyi anlaşılmış bir olgudur.

O zaman nerede bizim aradığımız gizem? Var mı öyle bir şey?

Var.

Az önce yaptığınız ölçümde bir şeyi gözden kaçırdık: Kuantum dalga çökmesinin kendisini.

İşte, bu da bir *gizemdir*.

Hem de çok kafa karıştırıcı bir gizem.

Kuantum parçacıklar kendi hallerine bırakıldıklarında, kendilerinin çoklu imgeleri gibi (aslında dalga olarak) davranır, uzay ve zamanda aynı anda olası tüm yolları izlerler.

Şimdi yeniden soralım: Neden etrafımızda bu çokluğu hissetmiyoruz? Çevremizdeki şeyleri durmaksızın gözlemlediğimiz için mi? Neden, bir parçacığın, mesela konumunu içeren tüm deneyler, parçacığın aniden her yerde olmak yerine *bir yerde* olmasına yol açıyor?

Bilen yok.

Siz incelemeden önce parçacık, bir olasılıklar dalgasıdır. Siz inceledikten sonraysa bir yerdedir ve ardından, önceki gibi her yerde olmak yerine, sonsuza dek bir yerdedir.

Tuhaf.

Kuantum fiziği yasaları dahilinde böyle bir çökmenin gerçekleşmesine izin veren bir şey yoktur. Bu durum hem deneysel *hem de* teorik bir gizemdir.

Kuantum fiziğine göre bir şey bir yerde olduğu anda, başka bir şeye dönüşebilir, evet ama yok olamaz. Yine kuantum fiziği, aynı anda çoklu olasılıklara izin verir ve bu olasılıklar ölçüm yapıldıktan sonra bile var olmayı sürdürüyor olmalıdır. Ama sürdürmez. Bir tanesi dışında tüm olasılıklar kaybolur. Etrafımızda diğerlerini hiç görmeyiz. Bizler her şeyin temelinde kuantum yasalarının yattığı klasik dünyada yaşarız ama etrafımızda hiçbir şey kuantum dünyasına benzemez.

Bu durumda soru şudur: Kuantum etkileri inceleyebilmek ve eğer varsa çökmeyi kendi gözlerimizle görebilmek için kuantum etkilerin biz insanların ölçeğinde görünmesini nasıl sağlayabiliriz? Eğer kuantum etkiler bu şekilde görülebilirse neler görmeyi bekleyebiliriz?

Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger kuantum fiziği çalışmalarına karşılık Nobel Ödülü almasından iki yıl sonra,1935'te, kuantum etkilerini bizim ölçeğimize taşımak için bir deney yürüttü. Deney bir kedi ve bir kutuyu içeriyordu. Aslında sadece bir düşünce deneyi olduğu halde o günden beri kedinin ölü mü diri mi olduğunu düşünmekten vazgeçen bir bilim insanı çıkmadı.

Siz de az sonra Schrödinger'in deneyini tekrarlayacaksınız. Umarım sevimli, mırıl mırıl, masum ve oyuncu kediciklere fazla düşkün değilsinizdir çünkü kedinin deney sırasında zarar görme olasılığı hayli yüksek. Her hâlükârda amacın, kuantum etkileri makroskobik hale getirmek olduğunu aklınızdan çıkarmayın. Bunun için biraz fedakârlık gerekebilir.

Bu feragatnameyi de dile getirdikten sonra, gelin başlayalım.

Bilmeyenleriniz için: Kedi, dört ayaklı, genelde tüylü, kuyruklu bir memelidir ve bizimle aynı gerçeklik ölçeğinde yaşar. Herkes olmasa da birçok insan onlara sarılmayı sever. Renk renk kedi vardır ama bildiğim kadarıyla yeşili yoktur.

Schrödinger'in düşünce deneyini yapmak için siyah-beyaz, sevimli mi sevimli bir kedicik seçmeye karar veriyor ve bir kutu aranmaya başlıyorsunuz. Kutu o kadar kusursuzca

kapatılabiliyor ki bir kez kapandıktan sonra hiç kimse içinde neler olduğunu bilemiyor.

Kedi ve kutu dışında bir de radyoaktif madde almanız gerekiyor. Deney sırasında yüzde 50 oranında radyasyon yayma olasılığı taşıdığı bilinen, çok özel bir madde. Radyoaktif maddeler son derece kestirilemez özelliktedir. Kuantum yasalarına göre bu maddelerin bozunarak radyasyon yayıp yaymayacaklarını önceden bilmenin hiçbir yolu yoktur. Sadece olasılıklar vardır. Bulduğunuz madde için iki ihtimalden biri geçerlidir.

Şimdi üç cisim daha bulmanız gerekiyor: Bir radyasyon dedektörü, bir çekiç ve ölümcül zehirle dolu bir şişe.

Ardından her şeyi birbirine öyle bağlayacaksınız ki dedektör radyoaktif madde tarafından radyasyon yayıldığını belirlediği anda çekiç şişeyi kıracak ve zehir serbest bırakılacak. Tüm bunlar, çekici, radyoaktif maddeyi, zehri ve kediyi kutunun içine koymasaydınız ve kutuyu sıkıca kapamasaydınız tamamen zararsız olabilirdi.

Bunları yaptıktan sonra bekliyorsunuz.

Sonra mı?

Kedinin yüzde 50 oranında zehirlenme ihtimali var. Her şey radyoaktif bozunmaya bağlı.

Acayip bir deney, kabul.

Evinizde kesinlikle yapmayın.

Evet, şimdi soru geliyor: Kedi ölü mü?

Burada tam da arzulandığı gibi, kuantum etkiler devrede. Sonuç ise makroskobik, yani görebileceğimiz kadar büyük.

Ancak kutuyu açmadan radyoaktif bozunmanın gerçekleşip gerçekleşmediğini bilmeniz imkânsız. Dolayısıyla şişenin kırılıp kırılmadığını ve kedinin ölüp ölmediğini de bilemezsiniz.

Bunun nesi ilginç mi diyorsunuz? E, herhangi "kuantum" bir şey söz konusu olduğunda insan uyanık olmalı ve sağduyuyu idareli kullanmalı. Ya da hiç kullanmamalı. O küçük dünyadaki herhangi bir konuda çıkarım yapmak için insanın kuantum dünyasının yasalarına sadık kalması gerekir. Gerçek hayatta kutudaki kedinin ya ölü ya da diri olmasını bekleriz.

Ancak o durumda her iki yanıt da yanlış olabilir.

Kuantum dünyasında olabilecek her şey, olur. Bu fikre artık alışmış olmalısınız.

Burada radyoaktif maddenin hem bozunması *hem de* bozunmaması aynı olasılıkla gerçekleşebilir, o yüzden de ikisi birden *gerçekleşir*. Nasıl ki bir parçacık, katı bir direğin aynı anda hem sağından hem de solundan geçebiliyorsa radyoaktif bozunma da kimse bakmadığı sürece aynı anda hem gerçekleşir *hem de* gerçekleşmez. Yukarıda da söylendiği gibi, olasılıkların bu şekilde *üst üste binmesi* (*süperpozisyonu*) bizler tarafından fark edilmez çünkü anlaşılmayan bir nedenden dolayı hiçbir zaman bizim ölçeğimizde gerçekleşmez ya da ölçeğimize erişmezler. Ancak yaptığımız bu deneyde düzenek, gözlerimizin görebileceği şekilde ayarlanmıştı: İki kuantum olasılığın (bozunma ve bozunmama) eşzamanlılığı, bir kedinin hayli dramatik ölümü ya da sağ kalımıyla doğrudan bağlantılıydı.

Peki, ne der kuantum dünyanın yasaları?

Şunu der: Bozunma ve bozunmama olayları zehirle doğrudan bağlantılı olduğundan, kedi kutu açılmadığı sürece ya ölü ya diri değil, her ikisi birden olmalıdır.

Kutuyu açmadan önce bozunma hem olmuş hem de olmamıştır; aynı şekilde zehir de hem serbest bırakılmış hem de bırakılmamıştır.

Bu durumda kedi hem ölüdür hem de değildir.

Ölü *ve* canlı.

Bunu duyunca hemen emin olmak için kutuyu açıyorsunuz.

Kedi tüm sevimliliğiyle ve sapsağlam kutudan fırlıyor.

Kutunun dibindeyse ölü bir kedi yok.

Başınızı kaşıyorsunuz.

Şu "durumların üst üste binmesi" işi ve "bunu izleyen kuantum olasılıklar çökmesi" birden gerçek bir olgudan çok, incelikli bir hile gibi görünüyor gözünüze.

Yanlış mı anladık acaba? Kedi gerçekten bir süreliğine hem ölü hem de canlı mıydı yoksa tüm bunlar bir kandırmaca mı?

Gelin, bir bakalım.

Kutuyu açmak, deneyle etkileşime girmenizi sağladı, değil mi?

Aha!

Demek müdahale ettiniz. *Gerçekten* baktınız. Ve biri baktığında, doğa bir tercih yapmak zorundadır.

O zaman söz konusu tercih, yani çökme dediğimiz şey, gerçekse eğer, meydana gelmiş ve kedi canlı kalmış olmalı.*

Peki, kedinin kaderi, siz kutuyu açmadan sabitlenmiş miydi? Yoksa sonrasında mı olağanüstü hızla öyle oldu?

Şimdi yine baştaki soruya döndünüz: Çökme gerçekten meydana geldi mi?

Schrödinger bu düşünce deneyini 1935'te gerçekleştirdi ve bu soruyu yıllarca kimse yanıtlayamadı. Ta ki Fransız fizikçi Serge Haroche ile ABD'li fizikçi David J. Wineland, sonradan çökecek olan üst üste binmeleri (süperpozisyonları) belirleyebilecek gerçek bir deney geliştirene kadar...

Ama fizikçiler bu defa kedi kullanmadılar.

Atomları ve ışığı kullandılar.

Sonuçta kuantum üst üste binmelerin sahiden de gerçek olduğunu, hemen her kuantum parçacığın eşzamanlı olarak birbirinden farklı ve birbirini karşılıklı dışlayan durumlar içinde olabileceğini ve olduğunu gördüler. Hatta bugün mühendislerin kuantum bilgisayar üretmeye çalışmalarının ardında yatan neden de bu. Kuantum parçacıkların aynı anda farklı durumlarda olabilme yetisinden yararlanan bilgisayarlar, prensipte bizim klasik bilgisayarlarımızın olabileceğinden katbekat güçlü olabilir, eşzamanlı "paralel işlemler" yapabilirler. Haroche ve Wineland bu başarılarına karşılık 2012 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. İkisi Schrödinger'in kedisinin gerçekten de belli bir aşamada, aynı anda hem ölü hem de canlı olduğunu bir şekilde kanıtladılar.

Peki, gizem bunun neresinde?

Yok olup gidenlerde.

---

* Kedi ölü de olabilirdi ama mutlu sonlar daha revaçta.

Üst üste binmeler gerçek, tamam. Haroche ile Wineland bunu kanıtladı. Kabul etmemiz gerekiyor.

Ama kutuyu açtığınızda, çökme gerçekleştiğinde ve kedi dışarı fırladığında, görmediğiniz olasılıklar nereye gitti? Bir aşamada gerçekleşmiş olması gerektiğine göre, ölü kedi nerede?

İşte gizem bu.

Pek çok bilim insanı buna akıl yordu ve kısa süre önce birkaç varsayımsal yanıt ortaya çıktı. Kimilerine göre gözlemlenmeyen olasılıklar, bir göle damlatılan mürekkep gibi –ki burada göl, içinde yaşadığımız dünya– dağılıp gidiyor. Hayata geçmeyen olası gerçeklik incileri, bizim de parçası olduğumuz ve üstün gelen, tek ve eşsiz gerçeklik içinde yayılarak kayboluyor. Kimileri ise tüm meselenin bilincimizle alakalı olduğunu, gerçekliği belli bir durum içinde dondurarak onu yaratan şeyin, deney yapma, hatta düşünme eyleminin ta kendisi olduğunu söylüyor.

Bir de ABD'li teorik fizikçi III. Hugh Everett var.

1930'da dünyaya gelen Everett çok garip bir adamdı. Son derece parlak zekâlı bu adam, matematik, kimya ve fizik eğitimi aldıktan sonra Princeton Üniversitesi'nde ders veren ve gelmiş geçmiş en etkili ABD'li fizikçilerden sayılan John Archibald Wheeler'ın danışmanlığında bir doktora tezi yazdı. Gerçi Everett akabinde fiziği bıraktı çünkü fiziğin çok tuhaf olduğu kanaatine varmıştı. Wheeler'ın, öğrencisinin fikirlerinin bilim camiası tarafından ciddiye alınması yolundaki başarısız girişimleri de muhtemelen bu konuda rol oynamıştı. Yirmi bir yaşında teorik konuları geride bırakan Everett, Birleşik Devletler ordusunun gizli silahlar bölümünde çalışmaya başladı ve sonunda aşırı alkol ve sigara tüketiminden hayatını kaybetti. Akranları tarafından hor görülerek, yeteneklerini genç yaşta sessizce harcayan kimi ünlü şair ve ressamın hayatıyla tekinsiz bir benzerlik içinde, Everett'ın 1956 tarihli tezi de sonradan bir klasiğe dönüştü. Everett tezinde, kuantum fikirlerin çok küçük ölçeklerde bu kadar iyi işliyor olmasından dolayı, bizim ölçeğimize varana dek her ölçekte ciddiye alınmaları gerektiği yönünde sıra dışı bir iddiada bulunuyordu.

Evrenimizdeki her şey kuantum varlıklardan meydana geldiğine göre, her şeyin, aynı anda var olan dev bir kuantum olasılıklar dalgası olarak düşünülmesi gerekiyordu.

Bu tür bir bakış açısıyla hiçbir çökme oluşmuyordu. Her olasılık varlığını sürdürüyordu.

Bu bakış açısıyla bir deneyin ya da başka herhangi bir şeyin sonucu olarak ne zaman bir tercih yapılsa tüm evren dallara ayrılıyordu. Bu nedenle, akıl almaz biçimde, tüm olasılıkların, tüm alternatif sonuçların birer olgu olduğu, çok sayıda paralel evrenin var olması gerekiyordu.

Everett'a göre paralel tarihler etrafımızı kuşatmış olmalıydı.

İki asansör arasında seçim yaparken tereddüt mü ediyorsunuz? Dallanarak ayrılan bir evrende, başka bir siz, diğer asansörü seçiyor. Bir diğerinde iki asansör arasındaki duvara çarpıyorsunuz. Yine bir başkasında, merdivenlerden çıkıyorsunuz. Tüm olasılıklar böylece gerçekleşmiş oluyor.

Everett'ın kuantum fiziği sözlük anlamıyla anlayışı aslında bencilliğinizi bir yana bırakırsanız hiç üzülmezsiniz, diyor bize. Size burada kötü bir şey olduğunda, sonsuz sayıdaki paralel evrende, sonsuz sayıdaki paralel siz, kötü haberden kaçıyor ve kendinizi mutlu hissediyorsunuz demektir.

Bu sonsuz paralel gerçekliklerin birinde Everett hâlâ hayatta; hatta bu kitabı okuyor. Bazılarında hakkında yazdıklarım hoşuna gidiyor. Bazılarında ise gitmiyor. Yine bazılarında bu kitabı kendisi yazıyor ve kitapta Schrödinger'in kedisi yeşil bir köpek.

Everett'ın yorumuna göre doğa hiçbir zaman gerçek bir tercih yapmıyor. Tüm olasılıklar gerçekleşiyor.

Biz sadece bunu bilmiyoruz.

Fiziği bırakmasına şaşmamalı.

Everett'ın fikri gerçekten de tuhaf ama bugün zamanımızın en büyük fizikçileri tarafından ciddiye alınıyor ve uzay-zamanın başlangıcına ilişkin pek çok matematiksel model bu fikirden yararlanıyor. Bu iddiayı doğrulayacak (veya reddedecek) herhangi bir deney, yakın zamanda kesinlikle gözükmüyor ama içinde yaşadığımız gerçekliğin neden üst üste binmiş kuantum olasılıklar

olmadığı konusunda cazip bir neden sunduğu doğru: Deneyimlemediğimiz olasılıklar da yeterince gerçek ama başka yerdeler.

Siz bu fikri özümsemeye çalışırken, şu ana dek nerelerden geçtiğinizi bir özetleyelim.

Yolculuğunuzun başından bu yana ayrı ayrı hem çok büyüğün hem de çok küçüğün dünyasında gezdiniz. Kozmik krallıklarda dolaşarak evrenimizin büyük ölçekli yapısının neye benzediğini ve genel görelilikle nasıl yönetildiğini keşfettiniz. Çok miniğin dünyasında kuantum doğ yasalarının gündelik hayatta alışkın olduklarımızdan farklı olduğunu gördünüz. Kısacası bu bölüme gelene dek hem teorik hem de deneysel olarak *bilinenin* dünyasına yolculuk yaptınız. Evrenin herhangi bir ölçekte, yirmi birinci yüzyıl başında yaşayan bir bilim insanının gözünden nasıl göründüğünü keşfettiniz.

Bu bölümdeyse bu bilginin sınırlarına göz atmaya başladınız. Genel görelilik teorisiyle kuantum alan teorisinin birbiriyle konuşmaya gönülsüzlükleri bir yana, kimileri için paralel dünyaların varlığını bile içerecek kadar ileri gidebilen birtakım nedenlerden dolayı kuantum yasalarının gündelik yaşamlarımıza hükmetmediğini gördünüz.

Yedinci Kısım'da daha da garip şeyler göreceksiniz.

Ama şimdilik zihin egzersizine devam edelim ve çok küçüğü bırakıp Einstein'a dönelim. Ya onun teorisi? Orada ne gibi gizemler bulunabilir?

Var mı gizemli şeyler?

Onlar da kuantum alan teorisini bozan sonsuzluklar gibi her yerde mevcutlar mı?

Son iki sorunun yanıtı da "evet".

4 | *Karanlık Madde*

Kedileri, köpekleri, alternatif gerçeklikleri olan paralel evrenleri unutun.

Kuantum dünyasını unutun.

Mini-sizi unutun.

Şimdi salt zihin olarak uzaydasınız.

Çok küçüğün gizemlerle dolu olduğunu gördünüz; şimdi de Einstein'ın teorisi her yerde işliyor mu yoksa kuantum teorisine dönüştürmeye çalışmasak bile eksiklikleri var mı, bakmak istiyorsunuz.

Uzaydasınız. Dünya ardınızda kalmış, ileri doğru uçuyorsunuz. Ay'ı, Güneş'i ve yakınlardaki yıldızları geçiyorsunuz.

Einstein'ın kütleçekim teorisi bu noktaya kadar gayet güzel işliyor. Yıldızlar ve gezegenler olması gerektiği gibi hareket ediyor.

Samanyolu'ndan çıkıyor, gökadalar arası ortama giriyor ve orada duruyorsunuz.

Samanyolu aşağıda, hemen orada görünüyor. Diğer gökadalar uzaklarda ışıldıyor. Karanlık evrende ışık saçan ve milyarlarca yıldız barındıran dev spiraller...

Kütleçekim konusunda öğrendiklerinizden, Güneş'in etrafındaki gezegenler gibi gökada içindeki herhangi bir yıldızın da hızının rastlantısal olamayacağını biliyorsunuz. Aşırı hızlı yıldızlar, gökadalarının sığınağından kaçarak, gökadaları birbirinden ayıran dev boşluklarda tek başlarına sonsuza dek dolanmak zorunda kalırlar. Yıldızlar aşırı yavaş hareket ederlerse o zaman da diğer yıldızların yarattığı uzay-zaman eğiminin içine düşerler. Bu

eğimse onları gökadanın yıldızlarla dolu, şişkin merkezine doğru hareket ettirir ve orada sabırla avlanan dev karadelik tarafından yutulur ya da yok edilirler. Bir yıldız, istikrarlı bir yörüngede kalmasını sağlayacak doğru hıza sahip değilse ya gökadasından fırlar ya da gökada içine düşmeye mahkûm olur. Tıpkı bir salata kâsesi etrafında dönen bilyenin kâsenin içine düşmesi veya dışarı fırlaması gibi.

Kütleçekim çok güçlü olduğunda Newton kütleçekiminin işlemediğini hatırlıyorsunuz. Güneş'in yakınlarında Merkür'ün sürüklenmesini açıklamak için Newton'ın denklemlerine düzeltme gerekiyordu. Einstein uzay ve zaman anlayışımızı değiştirerek bu düzeltmeleri buldu. Şimdi, 100 yıl sonra, ölçek değişimiyle karşılaşma sırası Einstein'a geldi. Gökadalar yakınında Einstein'ın kütleçekimi ne durumda? Onun uzay-zaman bükülme teorisi tek bir yıldız yerine milyarlarca yıldızla karşılaşıldığında işliyor mu?

İşte az sonra buna bakacaksınız.

Cebinizden bir kronometre çıkarıp Samanyolu'nda yolculuk yapan yıldızların zamanını tutuyorsunuz. Aynı anda 300 milyar tanesini takip etmek zor olduğundan, kendi süper kütleli karadeliğimiz Sagittarius A*'ın uzaklarında ve gökadanın dış sınırı, muhteşem spiral kolların ucunda yer alanlarla başlıyorsunuz.

On saniye sayıyorsunuz.

Zaman tuttuğunuz yıldız 2.500 kilometre yol aldı. Fena sayılmaz.

Bu rakam gökada etrafında saatte yaklaşık 900.000 kilometrelik bir hıza karşılık geliyor. Hiç fena değil.

Ona komşu yıldızlar da bir o kadar hızlı.

Gökadamızın merkezine aynı uzaklıkta herhangi iki yıldızın da hızı yine aynıdır. Yavaş olanların gökadanın en dışında yer alması gerekir, kısa süre önce karşınıza çıkan jet misali S2 gibi en hızlılarınsa en derinlerde... Dıştakilerden birinin Samanyolu etrafında bir turunu tamamlaması ne kadar sürer, diye merak ediyorsanız, yanıt... Yaklaşık 250 milyon dünya yılıdır. Uzun bir yolculuk. Samanyolu büyük. Güneş ise (ve dolayısıyla Dünya)

biraz da içeride olduğundan, Samanyolu etrafındaki yolculuğunu 225 milyon yıldan biraz kısa bir sürede tamamlar ve bu sürece bir *galaktik yıl* denir. Dünya bugünkü galaktik konumuna geldiğinde, dinozorların yaşayacak hâlâ 160 milyon yılı vardı... Aynı terminolojiyi kullanacak olursak, Büyük Patlama altmış bir galaktik yıl kadar önce gerçekleşti ve bugünden başlarsak, yirmi turdan sonra Samanyolu ve Andromeda gökadaları birbirine öyle yaklaşacak ki çarpışmaya başlayacaklar. Bu arada Güneş de bundan birkaç galaktik ay sonra patlayacak. Böyle bakınca, insana hiç de o kadar uzak görünmüyor...

Pekâlâ.

Buraya kadar her şey tamam.

Şimdilik Einstein'ın teorisiyle ilgili herhangi bir sorun varmış gibi görünmüyor. Ama...

Ama var.

Dürüst olmak gerekirse bu yıldızların gökadamız etrafında ne hızla döndüklerine bakan ilk kişi siz değilsiniz. Yıldızların hızları, Hollandalı gökbilimci Jan Oort'un onları ölçtüğü 1930'lu yıllardan beri, epeyce bir süredir biliniyor.

Fakat Jan Oort biraz daha ileri gitti.

Önce Samanyolu'nun barındırdığı tahmini madde miktarının tamamını hesapladı. Sonra gözlemlediği hızların, yıldızların içeri düşmeleri ya da fırlayıp gitmeleri açısından beklenenle uyumlu olup olmadığına baktı.

Uyumlu değildi.

Hem de hiç.

Şu an Samanyolu'nun tepesinde olduğunuzdan, bunu kendiniz kontrol edebilirsiniz.

Her bir yıldızın, toz bulutunun ve gökadamıza ait olduğunu gördüğünüz diğer her şeyin kütlesini toplarsanız siz de aynı şaşırtıcı sonuca ulaşırsınız: Hızlarına bakılacak olursa *herhangi* bir yıldızın gökadadan fırlayıp gitmesini önleyebilecek yeterince madde kesinlikle mevcut değil.

Üstelik Newton'ın teorisi ile Merkür'ün yörüngesi arasındaki uyumsuzluğun aksine, buradaki fark hiç de öyle küçücük değil.

Gördüğünüzün *beş katı* madde olması gerekiyor. Aksi takdirde yıldızların hepsi fırlayıp gider. Güneş dahil...

Bir şeyleri gözden kaçırmış olmalısınız. Oort da.

Sonuçta eksik olan öyle birkaç yüz milyon yıldız ve onların muadili tozlar değil. Öyle olsa kötü hesap yüzünden kendinizi ya da Oort'u suçlayabilirdiniz. Hem bu da kabul edilebilir olurdu. Ama beş kat bir miktar? Neler oluyor burada? Ayrıca bu Oort kim? Güvenebilir miyiz kendisine?

Güvenebiliriz. Oort öyle sıradan bir gökbilimci değildi. Dahası, elde ettiği inanılmaz bulgular sayesinde insanoğlu, bu kitabın birinci bölümünde Güneş sistemi ve Samanyolu'na yaptığınız yolculuk sırasında gördüklerinizin birçoğunu anlayabildi. Örneğin, Güneş'in gökadamızın merkezinde olmadığını onun gösterdiği kabul edilir (bu şimdi size gayet bariz gelebilir ama Oort kanıtlamadan önce öyle değildi). Oort ayrıca, kırmızı cüce Proxima Centauri'nin kütleçekim alanına girmeden önce Güneş sisteminin dış çeperlerinde içinden geçtiğiniz ve bugün onun ismiyle (Oort Bulutu) anılan dev kuyrukluyıldız rezervinin de (milyarlarcasının) varlığına ilişkin hipotezi öne süren kişiydi.

Kısacası Oort sıradan bir bilim insanı değildi ve 1932'de, gökadamızda görebildiği madde ile gökada yıldızlarının hızı arasındaki uyumsuzluğu açıklamak için akıl almaz derecede cüretkâr bir iddiada bulundu. Samanyolu'nun bilinmeyen türde bir maddeyle dolu olduğunu söyledi. Işıkla etkileşime geçmediği ve bu yüzden ışık toplayan herhangi bir teleskopla görülemediği için şimdiye dek dünyada ya da başka bir yerde herhangi bir formda belirlenememiş türden bir madde. Oort buna *karanlık madde* adını verdi. Ona göre karanlık maddenin görünür etkileri sadece kütleçekim üzerinden gelen dolaylı etkilerdi: Karanlık madde görülemiyordu ama hiçbir şekilde sıradan madde olmadığı halde sıradan madde gibi uzay-zamanı büküyordu. Bildiğimiz her şeyi meydana getiren parçacıklardan meydana geliyor da olamazdı; öyle olsa onu görürdük.

Bu tür bir keşif gerçek olamayacak kadar büyük –ve heyecanlı– gelmiş olabilir size. Ama ne kadar başarılı olsa da, Oort da kusursuz değildi. Bir hata yapmış olabilir. Kontrol etmek ve birbirleri etrafında nasıl hareket ettiklerini görmek için diğer gökadalara bakmaya karar veriyorsunuz. Tıpkı İsviçreli gökbilimci Fritz Zwicky'nin, Oort'un iddiasından bir yıl kadar sonra, 1933'te yaptığı gibi.

Karanlık madde sadece Samanyolu içinde değil, diğer gökadaların da içinde ve çevresinde gerçek, mevcut ve kütleçekimsel anlamada aktifse yıldızların gökadalar içindeki hareketini değişikliğe uğratmakla kalmıyor olmalı. Aynı zamanda gökadaların birbiri etrafındaki hareketini de etkiliyor olmalı.

Dikkatinizi toplayıp onlara bakıyorsunuz.

Bu muhteşem parlaklıktaki yıldız kümelerinin göz alıcı kozmik dansını analiz ediyorsunuz ve... Artık şüpheniz kalmıyor.

Tıpkı Zwicky gibi siz de tüm gökadaların birbirleri etrafında, muazzam miktarda kütleçekim gücüne sahip karanlık maddeyi saklayamayacak kadar hızlı döndüğünü kabul etmek zorunda kalıyorsunuz.

Üstelik karanlık madde, madde değil.

Antimadde değil.

Başka bir şey.

Ama ne olduğunu bilen yok.

1930'lardan beri başka birçok test yapıldı ve hepsinde de aynı sonuca varıldı. Karanlık madde orada duruyordu. Mevcuttu. Maddenin olduğu her yerde, etrafa bulaşmış karanlık madde de vardı. Kitabın başından beri evrenimiz hakkında sizinle paylaşmak istediğim her şeyi size *göstermeye* çalışsam da, bu noktada sizi ona daha fazla yaklaştıramayacağımı kabul etmek durumundayım.

Neden mi?

Çünkü Oort'un cüretkâr tahmininden seksen yıl sonra, bugün bile, bu karanlık maddenin ne olduğuna dair fikrimiz yok. Var olduğunu biliyoruz. *Nerede* olduğunu biliyoruz. Evrenin dört bir yanındaki gökadalar içinde varlığına ilişkin haritalarımız var.

Hatta ne *olmadığına* dair sıkı bazı kısıtlarımız var ama ne *olduğu* konusunda en ufak bir ipucumuz yok. Ve evet, gerçekten etkili bir varlığa sahip: Nötron, proton ve elektrondan meydana gelen her bir kilogramlık sıradan maddeye karşılık beş kilogram "kim bilir neden meydana gelen" karanlık madde var.

Karanlık madde.

Bir Numaralı Beklenmedik Kütleçekim Gizemi.

Bu durum, Newton teorisinin Güneş'in çok yakınında işlemediği gibi, Einstein teorisinin de bu tür ölçeklerde işlemediği anlamına gelebilirdi. Ancak birbirinden bağımsız çok sayıda kontrol yapıldı. Görünüşe bakılırsa karanlık madde gerçekten de gökadaların etrafında, kendi Samanyolu'muzun etrafında, evrenin dört bir yanında, kısacası her yerde ve biz onu göremiyoruz.

Anlaşılan evrenimizde görünürden çok daha fazla görünmez var.

5 | *Karanlık Enerji*

Evrenimizin Karanlık Çağ'ından sonra geçen çağların ardından pek çok galaktik çarpışma gerçekleşti ve gökadalar birleştiler. Şiddet uzayın her yerine hâkim ve şimdi bakmakta olduğunuz gökadalar da bunun sadece görünür kısmı.

Maddeye beşe bir orada üstün gelen karanlık madde, görülemese de o kadar çok ki şimdi izlediğiniz kozmik valsta bir rol oynamış –ve hâlâ oynuyor– olmalı. Dansçılarını –artık bildiğiniz üzere– karanlık maddeden pelerinlere bürünmüş yıldız kümelerinin meydana getirdiği bir vals...

Tüm bu gökadaların hareketlerini izlemeyi sürdürdükçe – gitgide yeni dansçılar ve şekiller gördükçe– uzayda gökyüzü bizimkinden tamamen farklı olan yepyeni dünyalar hayal etmeye başlıyorsunuz. Sonra bir anda uzaklardaki bir medeniyet, bizim insani sorularımıza yanıt bulmuş olabilir mi, diye düşünüyorsunuz... Ama gözleriniz kamaşıyor ve donup kalıyorsunuz.

Az önce çok güçlü bir ışık kaynağı gözünüzü aldı.

Nereden geldiğini anlamak için karanlığa göz gezdiriyorsunuz ama ışık gitti bile.

Fakat bir o kadar aniden, başka ve inanılmaz derecede uzak bir yerden gelen bir ışık yine gözünüzü alıyor.

Sonra bir tane daha.

Dalgınlığınızdan sıyrılarak düşüncelerinizi bu ışık sinyallerinin kaynağı gibi görünen gökadalara odaklıyorsunuz.

Nedenini anlamasanız da kalbiniz deli gibi çarpmaya başlıyor. Gökadaların ışıklarını, birbiri etrafında dönerek uzaklara doğru çekilişlerini seyrediyorsunuz.

Bir terslik var ama.

Bu ışıkların geldiği gökadalar, olması gerektiği gibi geri çekilmiyorlar.

Burada bahsedilen şey, birbiri etrafında dönüşleriyle ilgili değil, evrenin genişlemesiyle, *tüm* gökadaların, kabaran bir kekin üstündeki susamlar gibi uzaklara doğru çekilmesiyle ilgili. Genişleme hakkında öğrendiklerinizi düşününce, gökadaların doğru hareket etmediğini görüyorsunuz.

Bu da İki Numaralı Beklenmedik Kütleçekim Gizemi. Üstelik bu defa karanlık maddeden çok çok daha fazla gizli enerji söz konusu.

Anlayabilmek için şu evrenimizde mesafe öngörülerini nasıl gerçekleştirdiğimizi bilmeniz gerekir.

Uzay yolculuğunuza çıkmadan hemen önce tropik ada kumsalında uzanırken, gökyüzünde hangi yıldızın yakın, hangisinin uzak olduğunu nasıl söyleyebilirdiniz? Parlaklık elbette ki yetmeyecektir. Yıldızlar çok çeşitli boyutlarda olabilirler ve gerçek parlaklıkları da büyük farklılık gösterebilir. Dünya'dan göründüğü haliyle parlak bir yıldız muazzam büyük ve çok uzakta da olabilir, çok küçük ve çok yakında da. Dolayısıyla başka bir numaraya başvurmalı. Bilim insanları bugüne dek kozmik mesafeleri öngörmede üç farklı araç kullandılar.

İlki, ister gezegen, ister bir yıldız, bize çok yakın olan herhangi bir gök cismini ilgilendiriyor. Üçünün içinde en kolayı bu. Sağduyuya da dayalı (burada kuantumluk bir şey olmadığından, sağduyuya izin var). Bir arabanın yan camından dışarı, karayolu üstündeki bir ağaca baktığınızı hayal edin. Yola yakın ağaçlar hızla gelip geçerken, uzaklardakiler çok daha yavaş hareket ediyor gibi görünür. Ufkun üstünde yükselen dağ sıraları kimi zaman hiç hareket etmiyormuş gibi görünür. Öyle ki sabit bir arkaplan olarak kullanılabilirler. Aynı kavram uzayda da geçerlidir. Dünya Güneş'in etrafında dönerken, yakınlardaki cisimlerin hareketi, sabitmiş gibi bir izlenim yaratan çok uzak yıldızların oluşturduğu fonun önünde oldukça belirgin görünür. Dünya Güneş etrafında dönerken, bir cismin konumunun söz konusu fon üstünde ne kadar değiştiğine bakmak, bilim insanlarına o cismin uzayda ne kadar uzakta olduğunu anlama olanağı sağlar. Bu hesap için

2.200 yıl kadar önce Öklid'in anlayabileceği bir matematik gerekir. Hesap kısa mesafe, yani Samanyolu içi tahminleri söz konusu olduğunda çok iyi işler. Ancak *galaktik* mesafeleri belirlemede işlemez. Gökadalar fazla uzaklardadır. Dünya üstünde, Güneş etrafında döndüğünüz sırada, kozmos perspektifiniz yazdan kışa 300 milyon kilometre kadar değişim gösterebilir ama bu, gökadaların hareketini görmek için yeterli değildir. Gökadalar hâlâ sabit fonun bir parçasıdır. Yerlerini tahmin etmek için ikinci numaraya başvurmanız gerekir ki o da *Sefe* denen türde belirli bir yıldızı işin içine katmayı gerektirir.

Sefe türü yıldızların ışığı, etkileyici bir düzenlilik içinde, bir maksimumla minimum arasında değişim gösterir. İlginç tarafıysa bilim insanlarının bu değişim süresini, yıldızların ürettiği ışığın toplam miktarıyla ilişkilendirmenin bir yolunu bulmuş olmasıdır. Bu da o yıldızların ne kadar uzakta olduklarını anlamak için yeterlidir. Korna sesi nasıl kaynağından uzaklaştığı mesafeyle birlikte azalırsa ışıkta da aynısı olur. Bu yüzden de uzak bir Sefe yıldızının yaydığı ve Dünya'ya ulaşan ışığın bir miktarı toplanarak uzaklığı bulunabilir. Şansımıza, uzayda çok sayıda Sefe yıldızı vardır.

Ne var ki bu numaranın da sınırları mevcut: Evrendeki en büyük mesafeleri ölçmek için tek tek Sefe yıldızları kullanılamaz çünkü en güçlü teleskoplar bile onları, çevrelerini kuşatan yıldız kümelerinden ayırt edemez. Evrenin en derin yerlerini incelemek için üçüncü bir numaraya başvurmak gerekir.

İkinci Kısım'dan ABD'li gökbilimci Edwin Hubble'ın çalışmalarını hatırlarsınız belki. Hubble 1920'lerde tüm uzak gökadaların bizden uzaklaştığını ve evrenin genişlediğini gözlemleyen ilk kişiydi. Arkadaşlarınızdan bazıları milyar dolarlık teleskoplarıyla Dünya'nın dört bir yanında gökyüzü gözlemleri yaparak, sağ olsunlar, bu olguyu doğruladılar.

Hubble 1920'lerde uzak gökadalarda yer alan Sefe yıldızlarından gelen ışığın renk kaymasından yararlanarak yıldızların hızını buldu ve bizden uzaklaşma konusundaki heveslerinin, mesafeleriyle orantılı olduğunu gözlemledi. Bir gökada diğerinden iki kat

uzaktaysa yine diğerinden iki kat hızla uzaklaşıyordu. Bu yasaya bugün *Hubble yasası* diyoruz.

Üçüncü numara, Sefe yıldızları çevrelerinden ayırt edilemediği zamanlarda, Hubble yasasının ters yönde kullanılmasıyla ilgilidir. Bilim insanları uzak gökadalardan gelen ışıktaki renklerin kaymasına bakarak, bu ışıkların evrenimizin ne kadarında yol aldığını anlayabilirler. Bu yöntemle gökadanın şimdi ne kadar uzakta olduğu anlaşılabilir.

Hubble yasası oldukça basittir ve bilinenlerle gayet uyumludur: Uzay ve zaman milyarlarca yıl önce bugünkü hallerine geldiler ve uzay-zaman o zamandan bu yana, şiddetli enerji salımıyla (Büyük Patlama) tetiklenen bir genişleme için normal olacak biçimde genişlemesini sürdürdü, genişleme hızı bunu izleyen milyarlarca yıl içinde yavaşladı.

Bu mantıklı düşünce sistemiyle her şey gayet iyi görünüyor.

Tek mesele, az önce gördüklerinize tam olarak uymaması.

Gözünüzü alan ışık patlamaları bu durumla uyuşmuyor. Renk kaymaları, yukarıda anlatılan büyük, güzel ve tutarlı tabloyla örtüşmüyor. Bir yerde yanlışlık var ve iki numaralı gizem oralarda bir yerde geziniyor.

Konuyu daha iyi anlamak için gelin, biraz gezelim ve gözünüzü alan olağanüstü kuvvetli patlamaları neyin tetiklediğine bakalım.

Samanyolu'nun yukarısından yola çıkarak, 8 milyar ışık yılı kadar uzaktaki rengârenk ve çok güzel bir spiral gökadaya yöneliyorsunuz. Kozmik ailemizi o ışıklar adasından ayıran engin ve bitmez bilmez mesafeleri aşıyor ve yakınına geldiğinizde, gökadaya yan tarafından giriyorsunuz. Milyonlarca gökada yıldızının yanından geçiyor, binlerce güneş sistemi boyutunda toz bulutunun içinde uçuyor ve sonra yine aniden duruyorsunuz.

Tam karşınızda bir değil, iki parlak cisim dikkatinizi çekiyor. Birbirleri etrafında büyük bir hızla ve oldukça asimetrik dönüyorlar. İkiliden bir tanesi kocaman, hiddetli ve kırmızı bir yıldız. Diğeri de yine parlak ama çok, çok daha küçük. Dünya

boyutlarında. Üstelik epeyce de beyaz. Fakat aldanmayın. Boyutları arasındaki muazzam farka karşın, burada hâkimiyet kırmızı devde değil, ufaklıkta. Küçük beyaz top, sizin gelişinizden birkaç yüz milyon yıl önce patlamış bir yıldızın merkezinden geriye kalan kısım. Yıldız ölürken, dış tabakalarını dört bir yana fırlatırken, merkez kısmı iyice sıkışmış ve şimdi karşınızda parıldayan şeye dönüşmüş. *Beyaz cüceye*. Müthiş derecede yoğun ve sıcak bir cisme. Normal beyaz cücelerin soğuyup sönmesi ve sonunda soğuk, karanlık, yalnız uzay gezginlerine dönüşmesi milyonlarca yıl alır. Ancak bu, tamamen farklı bir yol seçmiş.

Bir beyaz cücenin yoğunluğu hakkında size fikir vermek için gelin, farklı malzemelerden bir beysbol topu yapalım. Kauçuk, deri ve havadan üretilen normal bir beysbol topu yaklaşık 145 gramdır. Aynı hacmin içi kurşunla doldurulursa yaklaşık 2,3 kilogramlık bir top ortaya çıkar. Yerküre üstünde doğal yoldan oluşan en yoğun maddeyle –osmiyum– doldurulursa topun ağırlığı yine yaklaşık iki katına çıkar (4,5 kg civarı).

Gelin görün ki aynı hacmi beyaz cüceden aldığınız maddeyle doldurursanız elinizde 200 tonluk bir top olur. Olağanüstü yoğun olanın krallığında beyaz cüceler üçüncü sırada yer alır. Nötron yıldızları (böyle denmesinin nedeni sadece nötron içermeleridir) ile karadeliklerin hemen ardında. Dolayısıyla her yıldızda olduğu gibi beyaz cücelerin içinde de olağanüstü nükleer füzyon reaksiyonlarının gerçekleşmesini bekleyebilir insan ama beyaz cüceler büyümenin bir yolunu bulmadıkça durum bu değildir. Güneş kütlesinin yüzde 140'ından az bir kütleye sahip oldukları sürece, beyaz cüceler, beyaz cüce olarak kalır.

Ancak şu an karşınızda duranın gerçekten de kendini besleyecek bir kaynağı var. Bir yıldız. Bir kırmızı dev.

Kırmızı dev gözlerinizin önünde canlı canlı yeniyor.

Beyaz cücenin muazzam yoğunluğu karşısında kütleçekimsel yenilgiye uğrayan yıldızın sonu belli. Kendi dış tabakalarını bile elinde tutamıyor. Cücenin etrafında dönerken yüzeyi parçalanarak, parlak, kavurucu plazmadan uzun bir iz oluşturuyor. Sizse bu izin, açgözlü dans partnerine doğru spiraller yaparak

gidişini, beyaz cücenin yüzeyine doğru parlak ve kıvrımlı kozmik bir nehir oluşturuşunu izliyorsunuz. En sonunda cücenin yüzeyinde toplaşarak sıkıştırılıyor.

Akıl almaz enerjiler söz konusu burada. Uzay-zamanın kendisi bile hissediyor bunu: Kırmızı dev ile beyaz cücenin dansı, kütleçekimsel dalgalar yaratıyor ve dalgalanmalar oluşuyor. Dalgalanmalar evrenin dokusunda yayılarak yakınlardaki cisimlerin üstünden geçerken, uzay ve zamanı da değişime uğratıyor.*

Siz izlemeyi sürdürürken, dev yıldızı oluşturan madde, beyaz cücenin yüzeyine doğru düşüyor ve siz de doğal olarak az sonra sıra dışı bir şeyler olacağı hissine kapılıyorsunuz. Beyaz cüce gerçekten de epeyce kilo alarak, kütle eşiğine, Güneş kütlesinin yüzde 140'ına ulaştı. Merkezindeki basınç aniden yeni ve akıllara durgunluk verecek derecede şiddetli bir zincirleme reaksiyonu tetiklemeye yeterli duruma geldi. Bu da beyaz cücenin akıl almaz sonunu getiriyor ve yıldız göz açıp kapamalık bir süre içinde patlıyor. Patlama Güneş'ten 5 milyar kat daha parlak. Etkileyici bir kapanış gösterisi.

Bu tür patlamalara, *tip Ia süpernova* denir. Her gökadada aşağı yukarı yüz yılda bir gerçekleşirler. İnanılmaz derecede kullanışlıdırlar çünkü hepsi birbirine benzer. Hatta birbirinin tıpatıp aynısıdırlar. Daima bir beyaz cüce başka bir yıldızla beslendikten sonra Güneş kütlesinin yüzde 140'ına ulaştığında gerçekleşir, bu

* Kütleçekim dalgalarının üstünüzde ne gibi bir etki yaratacağını merak ediyorsanız, işte size çok kaba tahminle bazı rakamlar: LIGO tarafından çarpışması tespit edilen iki karadeliğin yakınına gitseydiniz boyunuz ve eniniz % 2 ilâ 3 kadar değişirdi. Çok büyük bir fark gibi görünmese de etrafınızdaki her şeyin eni ve boyu da aynı miktarda değişecektir. Gezegenler ve yıldızlar dahil. Bu dalgalar, tıpkı okyanusa düşen bir meteorun dalgaları gibi uzaklara yayıldıkça kaybolmaya yüz tutar. Sözü edilen dalgalar 1,3 milyar yıl sonra dünyaya eriştiğinde, birleşen karadeliklerin uzay-zaman üstündeki kütleçekimsel dalga etkisi gülünç derecede azalmıştır. Dünya ve (Birinci Kısım'da ziyaret ettiğiniz, dört ışık yılı uzaklıktaki, Güneş'ten sonra Dünya'ya en yakın yıldız olan) Proxima Centauri arasındaki mesafenin uzunluğu ile insan saçından büyük olmayan bir kalınlık arasındaki değişimden söz ediyoruz burada. İşte LIGO bu kadar iyi. Karadelik çarpışmaları elbette ki olağanüstü şiddetli olaylar. Şu an baktınakta olduğunuz dev yıldızı yiyen beyaz cücenin yarattığı kütleçekim dalgaları ise çok daha küçük. Ama yine de şiddetli bir olay. Özellikle de sonlara doğru.

yüzden de daima aynı ışıkla parlarlar: Dünya'dan pek de büyük olmayan küçük bir noktada bir araya gelmiş 5 milyar güneş ışığıyla. Sefe yıldızlarından çok daha parlak olduklarından, evrenin en uzak köşelerini araştırma ve Hubble'ın genişleme yasasını test etme açısından ideal birer mum işlevi görürler.

Tip Ia süpernovalar, Sefelerin aksine diğer her şeyden o kadar daha parlaktır ki insan yapımı teleskoplar onları uzak gökadalarda seçebilir. Sefelerde olduğu gibi süpernovanın da içsel parlaklığını bilen bilim insanları, ne uzaklıkta olduğunu ve bizden ne hızla uzaklaştığını çıkarsayabilirler.

1998'de bu tür uzak süpernovaları birbirinden bağımsız inceleyen iki ekip bulgularını yayımladı. Ekiplerden birinin başında ABD'li astrofizikçi Saul Perlmutter, diğerinin başında ise ABD'li astrofizikçi Brian Schmidt ile Adam Riess vardı. Her iki ekip de bundan 5 milyar yıl önce, 8 milyar yılı aşan normal bir davranışın ardından, evrenin genişlemesinin hızlanmaya başladığını buldu.

Bilim camiası şoka girmişti.

Siz de girmelisiniz.

Bu sadece beklenmedik bir şey değildi, normalde tam tersi bir sonuç akla yatkın geliyordu.

Büyük ölçeklerde her şeyi yöneten Einstein'ın genel göreliliğidir ve Einstein kütleçekimi, Newton'ınki gibi sadece cisimlerin birbirini çekmesine izin verir. Bu nedenle evreni dolduran şey, ister antimadde olsun ister karanlık madde, uzun vadede her tür genişlemeyi yavaşlatıyor olmalıydı. Hızlandırıyor değil.

Oysa Perlmutter, Riess ve Schmidt'in gözlemleri aksini söylüyordu ve bu çelişkiden çıkışın tek olası yolu, bu tür bir hızlanmayı açıklayacak çok yeni bir şeyin ortaya atılmasıydı. Bu yeni şeyin de evrenin tamamını dolduruyor olması gerekiyordu. Ayrıca sıra dışı da bir özelliği olmalıydı: Madde ve enerjiyi çekmek yerine iten, *anti*-kütleçekim kuvveti işlevini görmek.

Bu yeni kuvvet, bilinmeyen bir nedenle evrenimizde 5 milyar yıl kadar önce diğer tüm büyük ölçek kuvvetlerine üstün gelmişti. Ondan önceyse etkisi "sıfır"dı.

Söz konusu muammalı enerjiye *karanlık enerji* adı verildi ve gariptir, gözlemlenen etkilerinin açıklanabilmesi için bu enerjiden bol miktarda olması gerekiyordu.

Hatta günümüz tahminlerine göre muazzam miktarda olması...

Karanlık maddenin üç katı.

Bizi meydana getiren sıradan maddenin on beş katı.

Perlmutter, Schmidt ve Riess evrenimizin genişlemesinin, yavaşlamak yerine hızlandığı yönündeki keşiflerine karşılık 2011 Nobel Fizik Ödülü'nü aldılar ve evrenin tüm enerji içeriğinin yeniden gözden geçirilmesi gerekti. Bugün, NASA uydularının tahminlerine göre evren şunları içeriyor:

Karanlık enerji: Yüzde 72.

Karanlık madde: Yüzde 23.

Bildiğimiz madde (ışık dahil): Yüzde 4,6.*

Şu ana dek yolculuklarınız sırasında gördüğünüz her şey, evrenimizin toplam içeriğinin yüzde 4,6'sına karşılık geliyor.

Gerisiyse bilinmiyor.

Ancak karanlık maddenin aksine, bir çeşit karanlık enerjinin varlığı geçmişte varsayılmıştı. Bundan yüz yıl kadar önce. Bizzat Einstein tarafından. Hatta Einstein buna, "En büyük hatam" demişti. Oysa bugün asıl ona hata demesinin hata olduğu anlaşılıyor.

Einstein'ın değişen, evrilen bir evren fikrinden hoşlanmadığını İkinci Kısım'dan hatırlarsınız. O uzay ve zamanın geçmişte, bugün ve bundan sonra daima kendisinin deneyimlediği gibi olacağını düşünmeyi tercih ediyordu. Ne yazık ki kendi geliştirdiği genel görelilik teorisi, en basit şekliyle, bunun tam tersini söylüyordu. Uzay-zaman değişebilir ve değişir diyordu. Einstein evrilmeyen bir evren olasılığına yer verebilmek için yeni bir terim ekleyerek denklemlerini bir şekilde değiştirebileceğini fark

* Toplam yüzde 100'e karşılık gelmiyor çünkü elde edilen rakamlarda daima bir miktar belirsizlik var. Kaynak: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP).

etti. Denklemlerin izin verdiği tek terimle. O dönemde cüretkâr bir girişimdi bu: Einstein'ın denklemleri evrenimizin yerel enerji içeriğinin, yerel geometrisine mutlak anlamda eşdeğer olduğunu söylüyordu (hâlâ da söylüyor). Dolayısıyla bu ikisinden biri değiştiği takdirde diğeri de değişiyordu. Bu nedenle her yere yeni bir enerji formu eklemek, evrenin her yerdeki şeklini ve dinamiğini değiştiriyordu. Einstein'ın enerjiden kastı kütleçekimsel etkisi olan her şeydi ki buna şimdi madde, ışık, antimadde, karanlık madde ve normal, makul, çekici özellikte kütleçekimsel davranışı olan diğer her şey dahil.

Ne var ki Einstein'ın eklediği terim, değerine bağlı olarak her iki etkiye de (itme ve çekme) sahip olabiliyordu. Söz konusu terim, fiziki olarak evrenin tamamını dolduran bir enerjiye karşılık geliyordu. Einstein buna *kozmolojik sabit* adını verdi.

Kozmolojik sabit sayesinde evren statik ve uysal olabiliyor, Einstein'ın felsefi fikirlerine bağlı kalıyordu.

İçine su serpilen Einstein, geceleri yine rahat uyuyabilmeye başladı.

Ancak on yıl kadar sonra Hubble'ın çalışmaları evrenin genişlemesini deneysel bir olguya dönüştürdü. Statik evren buraya kadardı. Bunun üzerine Einstein da kozmolojik sabitini geri çekti ve onu eklemiş olmayı en büyük hatası olarak nitelendirdi.

Komik biraz ama Einstein'ın kâğıt üstünde sildiği şey, yüz yıl kadar sonra, günümüzde, teorisyenlerin insanlık tarafından aydınlatılacak en büyük gizemi açıklamak için gereksinim duydukları aracın ta kendisi olabilir: Evrenimizin genişlemesine neden olan karanlık enerji. Kozmolojik sabit, evreni statiğin tam tersine, hızlanmış genişleme yaşayan bir evrene dönüştürebilir. Karanlık enerji açmazını çözebilir. O durumda tek sorun, enerjinin kendi kaynağını keşfetmek olurdu. Bu konuya Yedinci Kısım'da döneceğiz.

Bu arada, keşke herkes Einstein gibi hatalar yapsa.

İçeriği her ne olursa olsun, karanlık enerjinin fikri şimdiden evrenbilim vizyonumuzu değiştirdi. Perlmutter, Riess ve

Schmidt'in keşfinden önce evrenimizin, genel içeriğine bağlı olarak, olası iki geleceğe sahip olduğu düşünülüyordu. Çok fazla madde varsa genişlemesi bir aşamada tersine dönecek, kütleçekim her şeye üstün gelecektir. Şu an birbirinden uzaklaşan her şeye çok güçlü bir yay bağlıymış gibi... Böyle bir senaryoda evren daha sonra büzüşmeye başlayacak ve *Büyük Çöküş* denen şeyle her şey son bulacaktır. Bu da bir çeşit Büyük Patlama'dır. Ama tersine. Zaman burada geriye değil, ileri sarılır.

Diğer olasılık, her şeyi birbirinden uzak tutmaya yetecek miktarda madde veya enerji olmamasıdır. Perlmutter, Riess ve Schmidt'in ortaya attığı karanlık enerji fikri, en olası geleceğin bu olduğunu söyler. Günün birinde teleskoplarımıza yepyeni bir sürpriz isabet etmediği sürece, büyük olasılıkla bu anti-kütleçekim kuvvet alanı, genişlemenin sonsuza dek sürmesini sağlayacak ve çok soğuk kozmik yarınlara yol açacaktır. Bunların ikisi de (Büyük Çöküş ve dondurucu ölüm) hayli iç karartıcı perspektifler, katılıyorum. Ancak bir sonraki ve son bölümde de göreceğiniz gibi o soğuk ölüm, hiç de her şeyin sonu olmayabilir.

Elbette Einstein teorisinin bu muazzam ölçeklere uyarlanamaması da mümkün. O durumda karanlık enerjinin varlığını çıkarsamak için onun denklemlerini kullanamayız. Tıpkı Newton fikirlerinin büyük bir yıldızın yakınında denendiğinde hatalı yörüngeler vermesi gibi Einstein denklemleri de bir aşamada gayet gerçeklikten uzaklaşabilir. Ancak bugün itibarıyla büyük olasılıkla karanlık enerji gerçek. Hatta kuantum kökene sahip olma olasılığı da var. Çok küçükle çok büyüğü ilişkilendirmek isteyenler için çok heyecanlı bir olasılık doğrusu.

Karanlık madde ve karanlık enerjinin, ne olursa olsunlar, önemli şeyler oldukları kesin. Newton kütleçekimi Güneş'in etrafında yeni gezegenler bulmamıza yardım etmişti. Einstein kütleçekimi bizi çok daha büyük gizemlere götürdü. Öyle ki bu gizemler, büyük ölçekli gerçekliğimizin bilinmez diyarlarına dair ipuçlarını ya da oralara açılan kapıların anahtarını içeriyor olabilirler.

Bu tür keşiflerin insana dayattığı mütevazılıkla şimdi genel göreliliğin neden Her Şeyin Teorisi olamayacağını ve neden kendi çöküşünü öngördüğünü görmenizin vakti geldi.

6 | *Tekillikler*

Kuantum sonsuzlukları hatırlıyor musunuz?

Kuantum alan teorisinin vakumu içinde, her yerde, her zaman ortaya çıkan sonsuz sayıdaki parçacığın uzay-zaman üstündeki yıkıcı sonuçlarını hatırlıyor musunuz?

Bilim insanları bununla baş edebilmek için kütleçekimi devreden çıkarıp söz konusu sonsuzluklar orada değilmiş gibi yaparak ya da daha da küçüğün içinde yatanları görmezden gelerek idare etmek zorunda kalmışlardı. Kuantum kütleçekim olmadığı sürece her şey olağanüstü iyi işlemişti.

Şimdi gelin şu kuantum meselesini bir süre daha kenara kaldıralım.

Kütleçekim tek başına düşünülse ne olur? Bildiğimiz, gündelik hayatta deneyimlediğimiz klasik maddenin, evrenimizin dokusu üstünde aynı etkiye sahip olması mümkün mü? O da uzay-zamanın kendi üstüne çökmesine neden olabilir mi?

Yanıt kesinlikle "evet". Üstelik bu defa sonuçları gökyüzünde görebiliyoruz.

İnce bir kauçuk levhanın üstüne atılan çok sayıda ağır bilye imgesi bu noktada iyi iş görür.

Yarattıkları bükülmeye bağlı olarak, yakın bilyeler birbirinin yakınına yuvarlanır ve kauçuk levhayı daha da bükecek bir öbek oluştururlar. İçeri yuvarlanıp gruba katılan her yeni bilyeyle birlikte kauçuğun şekli de giderek bozulur.

Bu durumun bir aşamada ya tüm bilyeler içeri düştüğünden ya da kalanlar fazla uzakta olduğunun son bulması gerekir.

Buraya kadar herhangi bir gariplik yok.

Ancak kauçuk levha sakız gibi yumuşak olsa, kendi gerginliğiyle bilye kümesini dengede tutacak kadar güçlü olmasa, içine

artık bilye düşmese bile giderek bükülmeye devam edebilir, sonunda da kırılabilirdi.

Hiçbir madde *her* ağırlığı taşıyacak kadar güçlü değildir. İşte yoğunluk eşiği fikri de buradan gelir: Aşırı yumuşak bir yüzeye çok büyük bir ağırlık koyarsanız, kütlenin etrafındaki yüzey bozulur, bozulur, bozulur ve sonunda kırılır.

Peki, ya uzay-zaman?

Uzay-zaman kırılmaması gereken bir şey olsa da çok yüksek yoğunluklara belki daha da dramatik bir biçimde tepki verir çünkü bu durumda söz konusu doku kauçuk değil, uzayın ve zamanın ta kendisidir.

Uzay-zaman. Düz bir kumaş değil, bir hacim. Artı bir de zaman.

Uzay-zaman ister madde olsun ister başka türde enerji, içerdiği cisimlerin etrafında bükülür, eğrilir ve esner. Einstein'ın anladığı şekliyle uzay-zaman budur.

Kauçuk levha gibi belli bir hacmin içine (herhangi bir formda) enerji yığmaya devam ederseniz, eninde sonunda bir problemle karşı karşıya kalırsınız. Belli bir eşik aşıldığında, artık içeri bir şey düşmese bile, hiçbir şey uzay-zaman bükülmesindeki giderek artan keskinleşmeyi durduramaz.

Bükülme arttıkça, bükülmeyi başlatan şey giderek sıkışır ve içerideki yoğunluğu daha da artırır. Bu kısırdöngü, uzay-zamanın amansızca çöküşüne yol açar. Çöküşü bozulmaya uğratan şeyse genel göreliliğin baş edemediği sonsuzluklardır. Bu tür sonsuzluklara *tekillik* denir. Tekillikler daha önce gördüğünüz kuantum sonsuzluklarla aynı değildir. Kuantum süreçlerle ilgileri yoktur. Çok fazla kütle ya da enerji ve çok küçük hacim olduğunda gerçekleşirler. Bölgeseldirler. Var olma olasılıkları ise Einstein'ın kütleçekim teorisinin çöküşünü haber verir.

Hemen herkesin kafasının iyi olduğu, psikedelik müziklerin dinlediği ya da yeni temel parçacıklar aradığı 1960 sonları ile 1970 başlarında, İngiliz matematiksel fizikçi Roger Penrose ile Stephen Hawking, büyük ölçeklerde genel göreliliğin hâkim

olduğu bir evren içinde, bu tür çökmelerin kaçınılmaz biçimde gerçekleşeceğini bir dizi ünlü teoremle kanıtladılar. Teoremleriyle Einstein'ın genel görelilik teorisinin, kendi çöküşünü öngörmek gibi hayli mütevazı bir özelliği olduğunu da ortaya koydular.

Newton'ın Merkür kaymasını açıklamak için daha büyük bir teoriye gereksinim duyması gibi, Einstein teorisinin de sadece bu çökmeleri açıklamak için bile olsa, genişletilmesi gerektiği netleşmişti.

Peki, nerede gerçekleşiyor bunlar, diye düşünüyorsunuz. Doğada karşımıza çıkarlar mı yoksa sadece teorik hayal ürünleri midir?

Onlar gerçek ve üstelik sizin de onları nerede bulacağınızı bildiğinizi biliyorum.

Bu tür tekilliklerden biri, hatta hepsinin anası, evrenimizin geçmişinde, evrenin enerjisi dramatik ölçüde küçük bir hacme sıkıştığı zamanda yatar.

Evrenimiz bir anlamda böyle bir tekillikten doğdu çünkü uzay ve zaman bugünkü hallerine bu tür bir tekillikten çıkarak geldi.

Bir diğer tekillikse evrenimizin dört bir yanına serpiştirilmiş tüm karadeliklerin derinliklerinde yatar.

Pek çoklarının kanaatinin aksine, karadelikler boş deliklerin tam tersidir: Yıkıcı bir çöküş sonucu *çok fazla miktarda* madde, çok küçük bir hacim içinde sıkıştığı zaman doğarlar. Daha sonra göreceğiniz gibi, bir dev yıldızın ölümü bu tür süreçleri tetikleyebilir.

Penrose-Hawking teoremlerinden bu yana pek çok parlak zekâyı hem eziyete hem de heyecana maruz bırakan soru, dolayısıyla şudur: Tekillikler belli ki doğada da olduklarına göre, içlerinde neler olup bittiğini *hayal etmemiz* bile nasıl mümkün olabilir? Uzay ve zamanın anlamını yitirdiği yerleri insan nasıl düşünebilir? Bu yıkıcı çöküşleri incelemek için nasıl bir teoriye başvurulabilir?

Hem çok büyük hem de çok küçüğü içeren bir teoriye.

Karadelikler de, evrenimizin başlangıcı da çok küçük bir hacme kıstırılmış olağanüstü miktarda madde ve enerji içerdiğinden, yanıt kütleçekim ve kuantum süreçlerini birleştiren bir teoride yatıyor olmalı.

Evrenimizi anlamak için Einstein'ınkinden iyi hangi teoriyi bulursak bulalım, kütleçekimin kuantum yönlerini, yani uzay-zamanı içeren bir teori olması gerekir.

Penrose ile Hawking, Einstein'ın kütleçekim teorisinin derin sınırları olduğunu, evrenimizin şimdiki ya da geçmişteki haliyle tamamını açıklayamadığını kanıtladılar. Teori uzay-zamanın doğumuna varılmadan ve bugünkü karadeliklerin en dibinde neler yattığını incelemeye başlamadan dağılıyordu.

Tüm bunlar söylenince insan, kuantum kütleçekim teorisini bulma zorluğunda tüm suçun, Einstein'ın bebeği kütleçekimde yattığını düşünebilir. Ama siz öyle olmadığını gördünüz. Dünyaya kuantum vizyonla bakışta da bazı sorunlar mevcut.

Ne kadar zor olsa da, şu an bu ikisini birleştirmeyi denemek üzeresiniz çünkü karadeliği inceleme vaktiniz geldi.

7 | *Günün Modası Gri*

İçinde bulunduğunuz duruma kıyasla kendinizi olağanüstü normal hissediyorsunuz.

Bedensiz değilsiniz, bir yandan bakınca öbür yanı görmüyorsunuz. Kol ve bacaklarınız ile vücudunuzdaki diğer her şey, hareket emrine olumlu yanıt veriyor. Etten, kemikten bir varlıksınız ve kalbiniz her zamanki gibi atıyor. Boynunuzdaki hafif ağrı da durumu netleştiriyor: Birebir Dünya'da kendinizi hissettiğiniz gibisiniz. Oysa şimdi uzaydasınız. Tenekemsi sarı gövdesi ve parçacık fırlatan tüpüyle robot rehberiniz de sizin kadar somut, hemen yanınızda.

Etrafınıza bakınıyorsunuz.

Fütürist havaalanı gitmiş. Hiçbir şey tanıdık gelmiyor gözünüze ama bir gökadanın içinde, merkezine yakın bir yerlerde olduğunuzu tahmin ediyorsunuz. Milyarlarca yıldız normalde parladığı gibi parlıyor. Her yerde. Tam karşınız hariç. Orada karanlık bir uzay-zaman parçası yıldızlardan yoksun.

Robotla birlikte ilerlerken karanlık bölgenin yıldızların oluşturduğu fonda sürüklendiğini fark ediyorsunuz.

Demek ki bölge yakınınızda.

Uzayda asılı bir boşluk. Her şeyin üstünde sinsice gezinen karanlık bir tehdit.

Ne olduğunu biliyorsunuz.

Güneşimizin 10 milyar katı kütleye sahip dev bir boyutta. Ama bu karadelik Samanyolu'nun merkezinde gördüğünüze hiç benzemiyor. Etrafında ışık kıvılcımlarından bir halka yok. Yakınlarında, içine düşmek üzere olan yıldızlar yok. Bu karadelik bir zamanlar yakınında olan bütün yıldızları yiyip yutmuş. Taş ve toz yığınlarını da öyle. Şu an tertemiz. Uzaklardaki bir talihsizliğin eliyle yolundan sapmış tek tük kaya parçaları dışında kendini

besleyebileceği hiçbir şeyi yok. O kayalardan bazıları şu an yolda.

Makine, "Şunun içinde kuantum kütleçekime ilişkin küçücük bir ipucu bile yatıyorsa bulacağız," diyor.

"Tehlikeli olacak mı?" diyorsunuz.

"Tabii ki. Karadelik bu."

Tekrar karadeliğe bakıyor, kitabın başında karşınıza çıkanla kıyaslıyorsunuz. Bu defakinin kutuplarından ışık demetleri püskürmüyor. Sadece dairesel, yassı görünümlü kara bir boşluk parçası var. Boşluğun yarattığı uzay-zaman eğiminden aşağı burgular çizerek düşmeye başlıyorsunuz. Düşerken, karadeliğin kıyısına yakın yerden geçen uzaklardaki yıldızların imgesi çarpılmaya başlıyor ve az önce bulundukları konumla alakaları kalmıyor. Önceden ışıktan bir noktayken, şimdi karanlık diskin dış kenarını kaplayan parlak sicimlere dönüşüyorlar. Ardından onlar da karanlık boşluk tarafından yutulmuş gibi gözden kayboluyorlar ve diğer tarafta yeniden ortaya çıkıyorlar. Çarpılma sahnesi burada tekrar yaşanıyor ama bu defa geriye doğru. Sonunda yıldızlar bir kez daha uzaklarda parıldayan noktalara dönüşene dek...

Görünüşe bakılırsa ışık, bu delik tarafından çarpıtılıyor. Karanlık bir kuyu misali içinden dışarı büyüyen ve kenarları bozucu mercek işlevi gören bir delik bu.

Yanınızda robotla kıvrıla kıvrıla aşağı inmeye devam ediyorsunuz. Şu karadelik her neyse, hâlâ ondan uzaksınız ama şimdiden kötü bir sona varacağınız hissi içinizi kaplıyor ve birden çok geç olmadan –o da her ne demekse– buradan çıkıp gitmek için robotun göstermek istediği şey neyse hemen gelmesini dilemeye başlıyorsunuz.

Kısa bir sessizliğin ardından robot, "Sol omzundan geriye bak," diyor.

Başınızı çeviriyorsunuz. Bir kaya doğruca karadeliği hedef almış. Dağ büyüklüğünde, döne döne gelen bir asteroit. 100 kilometre kadar uzağınızda dudak uçuklatan bir hızla ilerliyor.

Bakışlarınızı kapkara karadelik diski önündeki tek hareketli cismin, kayanın koyu gümüşi yüzeyine dikiyorsunuz.

Kayanın görünür boyutları uzaklaştıkça küçülüyor. Şimdi kol mesafesindeki bir şeftali büyüklüğünde. Şimdi ise küçük, çarpık bir fındık kadar. Döne döne düşüşünüz sizi karadeliğin diğer ucuna getirdiğinde aniden kayanın iki görüntüsü beliriyor. Biri solunuzda diğeri sağınızda. Uzay-zamanın karanlık parça etrafında gösterdiği bozulma öyle bir hal alıyor ki ışık gözünüze ulaşana dek sanki birkaç yoldan birden gidiyor...

"Kaya birazdan içeri düşecek," diyor makine, adeta üzgün bir sesle.

"İçeri mi düşecek?" diyorsunuz, daha da endişelenerek. "Nasıl 'içeri düşecek'? Neyin içine?"

"Ufkun."

"Neyin?"

"*Karadelik ufkunun.* Geri dönüşsüz sınırın. Göreceksin. Ya da belki görmeyeceksin. Şimdiye dek hiçbir insan ya da makine bir karadeliğin bırak içine girmeyi, bu kadar yakınına bile gitmedi. İçeride neler *olması gerektiğine* dair bir teori var ama yanlış olabilir. Ufku geçtiğimizde bilinenin de ötesine geçmiş olacağız."

"E, o zaman fazla yaklaşmasak mı?" diyorsunuz.

"Belki de aksine, yaklaşsak," diyor robot. "Araştırma yapıyoruz sonuçta. Bazı riskleri göze almamız gerekebilir."

"Ufku görmek için nereye bakayım, peki?"

"Her yere."

Robot fırlatma tüpünü sağa sola hareket ettirerek, karadeliğin kıyısına yakın ve birbirinin karşısında iki yeri, iki kaya görüntüsünü işaret ediyor, sonra da ikisinin arasını.

Sizin de bakışlarınız bir görüntüden diğerine kayıyor ve iki kayanın da düşüşlerine devam etmelerini, ufuktan deliğe doğru geçerek kaybolmalarını bekliyorsunuz. Ama siz düşüşte bir tam turu daha tamamladığınızda, fındık büyüklüğünde, küçük, gümüş-kahve asteroit hâlâ karanlık boşluğun tepesinde süzülüyor. Ne gariptir ki son olarak tepesinde bulunduğunuzdan beri azıcık dahi değişmiş görünmüyor. Hatta artık hareket ediyor ya da dönüyormuş gibi bile görünmüyor.

"Düşmedi!" diye bağırıyor, bir ihtimal siz de bugün karadelik tarafından parçalanmaya mahkûm değilsiniz diye, biraz rahatlıyorsunuz.

"Düştü," diyor robot. "Artık orada değil."

"Ha-ha, çok komik."

"Gitti," diye ısrar ediyor robot. "Geriye görüntüsü kaldı sadece. Uzay-zaman bozulmasını iş başında görüyorsun. Uzayın ve zamanın bozulması. Bizim zamanımız, yani senin ve benim zamanım, kayanınki gibi ilerlemiyor. Bu asteroit ufkun ötesine geçti. Görüntüsü ise hâlâ ufukta. İşte bu yüzden böyle."

Siz bunları sindirmeye çalışırken, başka bir cisim yanınızdan hızla geçerek boşluğa ilerliyor: Bu defaki ışıltılı bir taş. Adeta dev bir elmas. Gerçekten de öyle çünkü bazı yıldızlar öldükten sonra geriye Ay büyüklüğünde elmaslar bırakabilirler.

Taşın düşüşünü izlerken, karadelik etrafında bir turu daha tamamlıyor ve şimdi ona öncekinden çok daha yakın olduğunuzu fark ediyorsunuz. Bir de gitgide hızlandığınızı. Her dönüşle birlikte, gerçeküstü bir karanlığın tepesinde donup kalmış izlenimi yaratan asteroidin birkaç görüntüsü, şimdi yanına eklenen elmasın görüntüsüyle birlikte giderek bozuluyor. Görebildiğiniz diğer şeylerin görüntüsü de öyle.

Gözleriniz size ne söylerse söylesin robot yine haklı: Asteroit de elmas da artık geri getirilebilme noktasını geçti. Karadelikse onları yiyerek daha da büyüdü ya da en azından, ufku genişledi.

"Görmemi istediğin şey bu muydu?" diyorsunuz robota. "Boş bir deliğin bir şeyleri yuttukça büyümesi mi?"

"Karadelikler hiçbir şekilde boş değildir," diyor robot, uğursuz bir haber verircesine.

Karadelikler aslında "boş"un tam tersidir. Çok küçük bir anda çok fazla madde olduğunda gerçekleşen şeydir. Karadelik yaratmak için muazzam bir enerji gerekir. Bildiğimiz kadarıyla parlayan yıldızların sadece en büyükleri ölümleri esnasında merkezlerini tekilleştirecek kadar sıkıştıracak bir enerji salarlar.

Yolculuğunuz sırasında beyaz cücelerle karşılaşmıştınız. Beyaz cüceler de benzeri sıkışmaların sonucudur ama karadelikler kadar uç değildirler. Yıldız çöküşlerinin tüm bu tür kalıntıları etkileyicidir ama karadelikler hepsini aşar. Konu açılmışken, amansızca içine düşmekte olduğunuz karadeliğin etrafında dönerek birkaç tur daha attığınız şu sırada, izninizle size bu deliklerin neden bu derece ürkütücü ve gizemli olduğuna ilişkin bir neden daha sunayım.

Evrende ister bir kaya olsun ister gezegen ya da yıldız, bir cismin üstünde oturabilseydiniz, konumunuzu belirtmek için uzaklara ışık gönderebilirdiniz. Ancak üstünde oturduğunuz cisim ne kadar yoğunsa cismin uzay-zamanda yarattığı eğimden yukarı tırmanabilmesi için sinyalinizin o kadar enerjik olması gerekir. Tıpkı salata kâsesi örneğindeki gibi: Kâse ne kadar derinse dipten fırlatacağınız bilyeyi, yukarı tırmanıp dışarı çıkması için o kadar hızlı fırlatmanız gerekir. Bir gezegen, yıldız ya da beyaz cücenin üstünde otururken, sinyalinizin geri düşmeden bu cisimlerin çekiminden kaçarak uzaya ulaşabilmesi için verilen sıraya göre giderek artan bir enerjiye ihtiyacınız olacaktır.

Karadeliklerse daha da beterdir. O kadar çok madde ve enerji içerirler ve bu yüzden de uzay-zamanda o kadar keskin bir eğim yaratırlar ki yakınlarına gelecek kadar acemi hiçbir şey, içlerine düşmekten kurtulamaz. Genel göreliliğe göre evrenimizde hiçbir şey karadeliğin kütleçekim kıskacından kaçamaz. Işık bile. Hiçbir şeyin hiçbir zaman geri dönemediği dönüşsüz nokta ise –karadelik *ufku*– dışarıdan bakıldığında kaya ve elmas görüntülerinin donmuş gibi göründüğü yerdir.

Karanlık karşınızda giderek büyüyor. Dev bir ağız gerçekliğinizi yutmak üzere sanki.

Uzaklardaki yıldızlar, nerede olursa olsunlar, şimdi çok farklı görünüyorlar. Hatta karşınızda gördüğünüz şey aslında arkanızdaymış gibi anlaşılmaz bir hisse kapılıyorsunuz... Dönüp baktığınızda bunun his değil, gerçek olduğunu görüyorsunuz. Ardınızda ışıldayan yıldızların yaydığı ışık her zamanki gibi ışık

hızıyla hareket ettiğinden, sizi geçerek karadeliğin yarattığı eğime giriyor. Canavarın solundan yayılan tüm ışınlar, arkada lunapark treni gibi U dönüşü yaptıktan sonra sağda yeniden ortaya çıkıyor. Sonra da bu ışıklar size gelerek gözlerinize çarpıyor. Sizse ileri bakarken, aynı zamanda arkanızı da görüyorsunuz...

İşin aslı, bulunduğunuz yerden sadece ileri bakarak, evrenin tamamını görebilirsiniz.

Bu arada siz dönerek düşmeye devam ederken, her şey daha da kafa karıştırıcı bir hal alıyor.

Kaya ve elmas görüntüleri şimdi yeniden hareket etmeye başladı. Siz onlara yaklaştıkça, sizin zamanınızla onların zamanı da gitgide birbirine yaklaşıyor ve sonra onlar aniden gözden kayboluyorlar.

Az önce onları ufku geçerken görmüştünüz ki bunu büyük olasılıkla kendi zamanlarına göre saatler önce yapmışlardı.

Yanınızdaki robot şimdi size dönüyor ve fırlatma tüpüyle uzayı işaret ediyor.

Siz de göreceklerinizden korkarak, yavaşça arkanıza dönüyorsunuz.

Gördüğünüz şeyse hayalleriniz bile aşıyor.

Az önce o kadar durağan, hareketsiz görünen dört bir yandaki yıldızlar şimdi hareket ediyor. Normalde bir insanın tüm yaşam sürecinde bile gözle fark edilmeyen durağanlıktan yoksunlukları, şimdi size açık ve net görünüyor. En yakın olanından en uzağına hepsi uzay ve zamanda hızla ilerliyor. Bazıları o kadar hızlı ki retinanızda iz bırakarak, gördüğünüz evren imgesi boyunca belirip kaybolan ışık eğrileri oluşturuyor. Tıpkı evrende bir ok gibi ışık hızına yaklaşarak ilerlerken, bir astronotun hayatının, çocuklarının, çocuklarının da çocuklarının ve onların da çocuklarının hayatının hızla akıp gidişini izlediğiniz gibi. Onların da zamanı sizinkine kıyasla hızlanmıştı. O sırada sizin zamanınızla onların zamanı, sizin hızınız yüzünden farklıydı. Bu defaysa her şey kütleçekim yüzünden, karadeliğin varlığının yarattığı uzay-zamandaki bükülme yüzünden farklı. Çünkü burada, karadeliğin etrafında, sizin zamanınız diğer her yerde olduğundan

daha yavaş akıyor. Evrenin geleceği gözlerinizin önüne seriliyor ki pratikte bu da yine uzay ve zamanın, uzay-zaman olarak birleşmesinden söz edilirken kastedilen şey.

"Ufku geçtik mi?" diyorsunuz aniden, endişeyle. "Sonsuza dek içeri düşmeye mahkûm muyuz şimdi?"

Robot yine arkasına dönerek size bakıyor ve siz büyük bir şaşkınlıkla fırlatma tüpünün genişlediğini fark ediyorsunuz. Hatta artık parçacık fırlatmak için değil, bowling topu fırlatmak için yapılmış gibi görünüyor...

"*Biz* henüz geçmedik ufku, hayır," diyor, "ama *sen* geçmek üzeresin."

İmkânsız olduğunu bilmeseniz robotun sesinde bir miktar sevinç sezdiğinizi söyleyebilirdiniz. Ancak tepki vermenize fırsat kalmadan robot ağır bir topu doğruca göğsünüze fırlatıyor. Kaçamadığınız topu tutmaktan başka çareniz kalmıyor. Topun geliş hızı sizi anında aşağı, ağzı açık karanlığa doğru gönderiyor...

Çığlıklar atıyor, düşmemek için delice tutunacak bir şeyler arıyorsunuz etrafta ama nafile.

Düşüyorsunuz. Robot giderek uzaklaşıyor.

Sizin bir saniyeniz, şimdiden onun bir dakikasına karşılık geliyor.

Şimdi bir saatine.

Şimdi bir gününe.

Şimdi bir yılına.

Robot uzaklara doğru çekildikçe, gözlerinizin önünden milyonlarca yıl gelip geçiyor. Yıldızlar patlıyor. Yeni yıldızlar doğuyor ve siz, her şeyi görüyorsunuz.

Milyarlarca yıl böylece gelip geçiyor. Yeni bir gökada doğuyor, sizin de içinde bulunduğunuz gökadayla birlikte.

Robot artık görünürlerde yok. Tek başınıza kaldınız.

Paniğe kapılıyorsunuz.

•

Karadelik ufkunu geçtiniz. Diliniz tutulmuş halde her şeyin geleceğini izliyorsunuz. Korkunun pençesinde, dikkatinizi odaklayamadan, bakışlarınızı yukarıya, evrenin gözler önüne serilen yaşamına dikmiş, dimdik pozisyonda düşüyorsunuz. En dibinde tekilliğin yattığı bilinmez bir hiçlik uçurumunda kayboluyorsunuz.

Şimdi önünüze dönerek uçuruma, karadeliğin gizemli kalbine doğru bakıyorsunuz. Hiçliğin tam karşıtı, tüm bu saçmalığı yaratan maddenin ta kendisi, burada bir yerlerde, gördüğünüz tüm bu tuhaflıkları yaratıyor olmalı.

Ancak hiçbir şey göremeyince hayretler içinde kalıyorsunuz. Kendi bedeninizi bile. Ayaklarınız yok. Elleriniz bile yok.

Burada yukarıdan üstünüze ışık düşebilir ama ne denli yakın olursa olsun aşağıdan, herhangi bir yönden, yukarı bir şey yükselemez. Işığın bunu yapacak enerjisi yoktur. Karadelik ufkunu geçtiniz ve artık çok sayıda çökmüş yıldızın yüzeyine doğru sonsuz bir düşüşe mahkûmsunuz. Bu çökmüş yıldızların merkezi, ebediyen kendi içine patlayacak bir düşüşle yeniden birleşmiş ve düşüş, Einstein'ın genel göreliliğini aşacak kadar uzay-zamanı esneterek, bilinmez sonuçlar yaratacakları zamana dek sürecek.

Aslında gerçekten orada olsanız ölmüş olurdunuz çünkü ışık bile ayağınızdan gözünüze giden kısa yolculuğu yapamıyorsa kanınızın, aşağı doğru düştüğünüz uzay-zaman eğiminden yukarı tırmanıp beyninize ulaşması imkânsızdır.

Ama hâlâ görecek çok şeyimiz olduğundan, ölmediğinizi varsayalım.

Bu dipsiz karanlığa bakmayı canınız istemeyince, yeniden dönüp uzaklarda kalan ufuktan size doğru görüntüleri akan evrene bakmaya karar veriyorsunuz. Ama bakamıyorsunuz. Vücudunuzu "yukarıya", dışarıya doğru kıpırdatmanızı gerektiren her tür hareket yasak. Işığın bile sahip olmadığı bir enerji gerektiriyor bu çünkü.

Yukarı harekete izin yok.

Bundan daha kötü ne olabilir, diye düşündüğünüz sırada gelgitli birtakım kuvvetler vücudunuzda ağrılar yaratmaya başlıyor. Karadeliğin görünmez varlığıyla yarattığı kütleçekim etkileri şimdi kollarınız ve kafanızdan çok, ayaklarınızı aşağı çekmeye başladı. Karadeliğin kütleçekimi vücudunuzu esnetiyor. Sonunda spagetti gibi uzayacaksınız. O hain robot sizi gelmiş geçmiş en güçlü roket iticilerle donatmış olsaydı bile bir şey değişmezdi.

Ne tür bir motorunuz olursa olsun, karadelik ufkunun içinden yukarı hareket etmeye çalıştığınız anda kendinizi uzay-zamanın kaygan ve gitgide esneyen dokusu üstünde güç sarf ediyormuş gibi hissedersiniz. Hızı daima hızınızı aşarak, sizi geriye çeken bir koşu bandı üstünde sonsuza dek koşuyormuşsunuz gibi.

Penrose ve Hawking'e göre aşağıda bir yerlerde duran uzay-zaman tekilliği tarafından çekiliyorsunuz. Uzaydan asla görülemeyecek bir tekillik... Ufuktan dışarı ışık asla kaçamadığı için tekillik ufukla korunuyor. Aşağıdaysa uzay ve zaman kavramlarının kendileri, Büyük Patlama'dan bir süre öncesinde olduğu gibi çöküyor. Kimse tekilliğin kalbine bakıp da hikâyesini anlatmak üzere geri dönemez. Anladığımız kadarıyla bu tür yerler sonsuza dek örtülü kalmak zorunda.

Genel göreliliğe göre ne siz çıkabilirsiniz oradan ne de size ait tek bir atom.

Hüzünlü bir düşünce; özellikle de paramparça olduğunuz, vücudunuzu oluşturan tüm parçacıkların meydana getirdiği uzun bir tele indirgendiğiniz şu anda.

Evet, hüzünlü bir düşünce ama oralarda genel göreliliğe fazla güven olmaz.

Unutmayalım ki genel görelilik bir kuantum alanlar teorisi değildir.

Bu düşünce aklınıza geldiği anda içinizde yeniden bir umut doğuyor ve kendinizi mini-siz halinize dönüştürüyorsunuz.

Bekliyorsunuz.

İlk başta bir şey olmuyor.

Sonra sizi meydana getiren tüm temel parçacıkların kaybolduğunu şaşkınlık içinde görüyorsunuz.

Daha doğrusu, sıçradığını.

Kuantum sıçrama desek en doğrusu.

Şimdi ise çıktılar.

Karadeliğin dışına çıktılar ve neyse ki orada yeniden bir araya gelerek, mini-sizi oluşturdular.

Robot da sizi karşılamak üzere bekliyor.

Bu noktada yaptığı atışla karadelik ufkundan öteye gitmenize neden olduğu için robotun üstüne atlayıp metal tüpünü paramparça etmek istiyorsunuz ama robot, davranmanıza fırsat kalmadan metalik sesiyle konuşuyor:

"Seni neredeyse 10 milyar yıldır bekliyorum. Beni tanımana sevindim."

Bir anda robotun canını yakma hevesiniz soluyor. Hem düşünmeniz gereken daha önemli şeyler var. Özellikle de az önce yaşadığınız olayın, kütleçekimle kuantum alanların etkileşimine bir örnek olduğu gerçeğini düşünmelisiniz.

Dört bir yanınızda yıldızlar yine algılanamayacak kadar yavaş hareketlerine başlıyorlar. Karadelik ufkunu geçişinizden (pardon, ufkun ötesine fırlatılışınızdan) bu yana on milyar yıl geçmiş. Mucizevi biçimde kaçınayı başardığınız karanlık uzay parçasına bakıyorsunuz. İlk bakışta değişmiş gibi görünmüyor ama artık neye bakacağınızı bildiğinizden, gözlerinizin önünden adeta bir perde daha kalkıyor ve siz gerçekten *görüyorsunuz*. Parçacıklar karadelikten kaçıyor, ondan uzaklaşıyorlar ve kara canavar buharlaşıyormuş gibi ışıldıyorlar.

Belki baştan beri olan buydu da, ben fark etmedim, diye düşünüyorsunuz. Peki, ama nasıl olur?

Richard Feynman'ın bir zamanlar dediği gibi, insan bir fenomeni ancak gerçekleşmesi için pek çok farklı neden verebildiği zaman gerçekten anlar.

•

Siz robotla parçacıkların uzaya saçılışını izlerken, ben de karadeliklerin parçacık sızdırmaları için dört nedenden söz edeyim. Nedenlerin hepsi de daha önce karşılaştığınız bir süreçle ilintili.

İlki, en basiti.

Bildiğiniz gibi, kuantum parçacıklar kendi alanlarından enerji ödünç alabiliyorlar. Bunu karadeliğin ufku içindeyken de yapabilirler. Aldıkları ödünç enerjiyle kısa süreliğine ışıktan hızlı gitme izni elde ediyorlar. Uzun bir süre değil ama karadeliğin geri dönülmez hattından dışarı kuantum sıçrama yapmalarına yetecek kadar bir süre. İşte mini-siz de bunu yaptınız. Bu bir kuantum süreciydi.

Başınıza gelenleri anlamanın tüm yolları özünde kuantum olduğundan, hepsini şu bilindik uyarının eşliğinde düşünmeniz gerekir çünkü kuantum dünyasında gördüğünüz pek çok şey gibi bunlar da size çok saçma gelebilir.

İkinci neden de yine bunun bir istisnası değil: Karadelik ufkundan öteye düşen tüm parçacıkların, aynı zamanda ufuktan öteye düşmediğini söyleyebiliriz. Düştü ve düşmedi. (Dalga olarak düşünülen) bir parçacığın içeri düşmek için izleyebileceği tüm olası yollar içinde çoğu ıskalanır çünkü karadeliğin dışında, içindekine kıyasla daha fazla alan vardır. Bu görüş dikkatle geliştirildiğinde, inanması zor da olsa, bizi karadeliğin, tıpkı yukarıdaki birinci neden gibi, buharlaşmasına götürür.

Üçüncü neden şudur: Karadeliğin içindeki vakumla dışındaki vakum, onları birbirinden ayıran ufuk yüzünden farklıdır. Bu yüzden de bir çeşit vakum kuvvetinin, bir Casimir etkisinin, ufku içeri doğru itmesi ve karadeliğin küçülerek buharlaşmasına yol açması gerekir. Bu da yine, adeta mucizevi bir şekilde, yukarıdaki sonucu verir.

Size burada vereceğim dördüncü ve sonuncu neden, tüm karadelik ufuklarının yakınında parçacık-anti-parçacık ikilisi oluşumunun gerçekleşmesi, anti-parçacıkların parçacıklardan daha sık içeri düşmesidir. Tıpkı etrafımızda anti-parçacıktan çok, parçacık olması gibi. Ufku geçen anti-parçacık içeride bir parçacıkla birlikte yok olmaya mahkûmdur ki bu da ikisinin de

ortadan kaybolmasına yol açar. Dışarıda ise tek bir parçacık kalır: Anti-parçacıkla birlikte oluşan parçacık, yani içeride yok olan parçacığın ikizi. Bu da yine bize aynı sonucu verir.

Bunların tümü, daha önce tanıklık ettiğiniz kuantum etkileri ama burada karadelik yakınlarına uyarlandılar. Ayrıca hepsi de ortak bir sonuca yol açtılar: Karadelikler buharlaşır. Bir şeyleri sızdırır.

İşte şu an, karadeliğin ışıldamasını izlerken, çağlardır kocaman yıldızları yutan bu kozmik canavarın artık kara değil, gri olduğunu fark ediyorsunuz. Ve de büzüşmekte olduğunu...

Daha da şaşırtıcısıysa ne kadar çok parçacık fırlatırsa sanki o kadar ısınıyor ve ne kadar ısınırsa o kadar çok parçacık fırlatıyor. Nihayetinde kaçınılmaz ölümüne yol açacak bir kısırdöngü.

Bir karadeliğin ölümü.

İnanılmaz gibi gelse de izlemekte olduğunuz karadelik *gerçekten* de büzüşüyor ve bir miktar ışınım yayıyor. Uzay-zamanın koskoca dünyaları yutarak içinde depoladığı enerji şimdi uzaya teker teker parçacıklar halinde geri veriliyor. Radyoaktif bozunma gibi karadeliklerin de varlık amacı, parçacıklara ikinci bir şans vermek için, bir şeyleri parçalamakmış gibi geliyor size...

Doğadaki tüm kuantum alanlar, evrende bilinen en güçlü kütleçekime sahip cisim tarafından uyarılıyorlar ve bu beklenmedik bolluğu, kendilerini enerjiyle doldurmak için kullanıyorlar. Karadelik ısındıkça, onların temel parçacıkları –o ana kadar etkisiz duran parçacıklar– uyanıyor ve fırlıyorlar. Sizse bunun gerçekleşmesini izliyorsunuz. Üstelik karadelik küçüldükçe alanların uyarılmaları da o kadar artıyor ve parçacıklar o kadar yüksek enerjiyle fırlıyorlar. Kütleçekimsel enerji bir kez daha madde ve ışığa dönüşüyor.

Tüm bunlar gözlerinizin önünde vuku bulurken, aslında dünyevi ilkelere aykırı olduğunu fark ediyorsunuz: Dünyada bir fincandaki sıcak su buharlaştıkça ısınmaz. Genelde soğur. Öyle olmasa masa üstünde kahve unutmak felaketle sonuçlanırdı. Akşam haberleri şu tür hikâyelerle kaynardı: "Yine bir kahve fincanı masayı tutuşturarak, binanın yanıp kül olmasına yol açtı. Sıcak içeceklerinizi daima uygun çöp kutularına atmayı unutmayın."

Oysa karadeliklerin kahve dolu fincanlara benzemedikleri açık. Ne kadar buharlaşırlarsa o kadar büzüşüyor ve ısınıyorlar. Bu sürecin sonunda ne olduğunu ise kimse bilmiyor. Karadelikler son bir patlamayla yok mu oluyorlar? Geride kendine özgü niteliklere sahip tuhaf, minik bir kalıntı mı bırakıyorlar? Yanıtı bulmak için derinlerde saklanan tekilliğe hangi yasaların hâkim olduğunu bilmek gerekir. Bilim insanları 1975'den beri bu yasaların peşindeler.

Stephen Hawking karadeliklerin buharlaştığını o yıl, kâğıt üstünde keşfetti.

Kendi hesaplarına ilk başta inanamadı. Hiç ışık gelmemesi gereken yerden ışık geliyor gibiydi. Bunun üstüne baştan hesaplar yaptı. Sonra yeniden. Ama her defasında ışık ve parçacıkların gerçekten de karadeliklerden çıkmayı başardığını buldu. Bulgularını *Nature* dergisinde yayımladı ve anında dünyanın dört bir yanında, bilim camiasının da ötesinde, ün kazandı. Kuantum etkiler karadelikleri buharlaştırıyordu. İçeri düşen şeyler, sonsuza dek içeride kalmaya mahkûm *değildi*. Dışarı çıkıyorlardı ama tanınır halde değil. Buharlaşabilen karadelikler bu nedenle gerçekten de sıcaklıkları varmış gibi davranıyordu. Günümüzde *Hawking sıcaklığı* diye bilinen bir sıcaklık...

Karadeliğin enerjisinin son kısmını da ışıldatmasını izlerken birden fark ediyorsunuz ki bakmakta olduğunuz şey aslında size çok büyük ile çok küçüğün, tam da olması gerektiği gibi birbiriyle *konuştuğunu* söylüyor. Karadelik ışınımı, teorilerimizin doğayı bu açıdan yansıtabileceğini gösteren, şimdiye dek edindiğimiz tek kanıttır. Bir kuantum kütleçekim teorisinin mümkün olabileceğini söyleyen *tek* ipucudur. Bu tür bir statüye talip her ciddi iddiacının Hawking sıcaklığı ve karadelik buharlaşmasını, karadeliğin ölümüne dek öngörmesi gerekir.

Şaşkınlık dolu bir sesle, "Karadelikler ölebiliyormuş," diyorsunuz.

"Evrendeki her şey gibi," diyor robot.

•

Ne var ki Hawking'in keşfi, 1970'lerin sonlarında oldukça tuhaf ve hayli sinir bozucu bir önermeye de yol açtı. Geliştirdiği sıcaklık formülüyle Hawking, karadeliğin her şeyden öte nelerden meydana geldiğini anlamak için, keşfetmiş olduğu radyasyondan bilgiler çıkarmaya ve deşifre etmeye çalıştı. İşi kolaylaştırmak için de çoktan oluşmuş bir karadelikten yola çıktı ve içine farklı maddeler attı. Amacı her bir maddenin, bunu izleyen radyasyonu nasıl etkileyeceğini görmekti. İnanılmazdı ama hiçbir fark oluşmuyordu. Yayılan radyasyonun içindeki hiçbir şey, ona içeri gönderdiği madde hakkında bir şey söylemiyordu. Gönderdiklerinin kütlesi hariç. Anladığı kadarıyla karadelikler yuttukları şeyin tüm özelliklerini tamamen ve resmen siliyordu. Kütle hariç. Karadelik ufkundan içeri ister birkaç insan düşsün ister birkaç kitap, kaya ya da elmas, başlangıç kütleleri aynıysa sonradan birebir aynı biçimde buharlaşıyorlardı. Hawking'in gördüğü kadarıyla karadelikler için insanın da kitabın da taşın da tadı aynıydı. Bizler için bunun anlamıysa karadelik söz konusu olduğunda sadece kütlemizin bir anlam taşıdığıydı. Bu durum bazılarına biraz indirgeyici gelebilir. Bilim insanları içinse felsefi bir felaketti.

Hawking'in çalışmalarına kadar karadeliklerin ufuklarını aşan her şeyi yutmaları ve büyümeleri gerekiyordu ve bu da sorun değildi. İçeri düşen hiçbir şey kaybolmuyordu. Sadece bir ufkun ötesinde depolanıyordu ve dışarıdan geri getirilmesi zordu (aslında imkânsızdı ya, neyse).

Ancak karadeliklerin silinmiş bilgiyi buharlaştırmasıyla birlikte can sıkıcı bir gerçekle karşı karşıya kaldık: Varlıklar gerçeklikten kaybolup gitmeye başlıyordu. Hawking radyasyonu* içeri düşen şeyden bağımsız olduğundan, bu kara canavarlar evrenin bellek kayıplarına dönüşüyordu. Karadelikler geçmişlerini buharlaştırdıklarında depolamış oldukları şeye erişim zor ya da imkânsız olmakla kalmıyordu, bunlar artık hiçbir yerde var olmu-

* Hawking radyasyonu, buharlaştığı zaman karadelikten çıkan şeye verilen isimdir.

yordu. Yok olup gidiyordu. Bilim bir süredir Her Şeyin Teorisi'ni arıyordu; her şeyi tek bir formülle anlatabilecek bir teori. Bu tür bir girişimle elde edilen ilk sonuçsa bilimin tamamına dev bir darbe indirmişti. Karadeliklerde oluşan kayıp geçmişleri açıklamaktan tamamen aciz bilime, günün birinde evrenimizin tüm geçmişini tanımlama ve anlama ümidinden vazgeçmesi söyleniyordu. Hawking radyasyonu, kuantum fiziğinin ya da genel göreliliğin değil, evrenimizin nereden geldiğini öğrenme aracı olarak bizzat fiziğin sonunu haber veren bir çandı. Bu probleme *karadelik bilgi paradoksu* adı verildi.

Bugün fizikçiler Hawking'in elde ettiği sonuca ulaşırken kullandığı kaba yaklaştırımlara daha aşinalar. Ancak Hawking, keşfinden kırk yıl sonra bu konu üstünde kendisiyle çalışmamı istediğinde, problem henüz sis perdesi ardındaki bir sır olmayı sürdürüyordu. Şimdiyse bir çıkış yolu bulunmuş olabileceğine dair işaretler mevcut çünkü kuantum dünya hakkında bilinenleri karadeliklerin kendisine uyarlarsak karadelikler orada olabilir ve olmayabilirler... Bu tür fikirlerin bilim insanlarını götürdüğü yerse bu kitabın bir sonraki ve son bölümünde yer alıyor.

Ama şimdilik aklınıza birden, milyarlarca yıl sonraki bilinmez gelecekte karadelikten çıktığınızı gören robotun, şüphe uyandıran mutluluğu geliyor. Onu tanımanıza neden o kadar sevindiğini merak etmiştiniz, değil mi?

Samimi bir memnuniyet olduğunu düşünmüştünüz. Oysa muhtemelen değildi. Şimdi nedenini anlıyorsunuz: Robot herhangi bir şey hatırlayabileceğinizden emin değildi. Karadeliğin bedeninizi ve zihninizi, içerdikleri tüm bilgilerden arındırıp arındırmayacağını bilmiyordu. Ardından siz onu tanıyıp sizi ittirdiği için parçalamak istediğinizde, robot anladı...

Her şeyi hatırladığınızı ve sizin örneğinizde, her ne kadar karadelik ufkundan gerisingeri uçuşunuza ilişkin en ufak bir şey hatırlamasanız da bilginin kaybolup gitmediğini anladı.

Bir dizi temel parçacığa dönüştüğünüzü hatırlıyorsunuz gerçi. Sonra da çıktığınızı.

İkisinin arasında ise kuantum sıçrama oluştu. Ya da başka bir şey.

İşte bunun tam olarak nasıl gerçekleştiğini anlamak, eli yüzü düzgün bir kuantum kütleçekim teorisinin başarması gereken şeyin ta kendisidir. Siz de az sonra bunu incelemeye başlayacağınız için şu gerçeği vurgulamak istiyorum: Kitabın bu bölümünün başından itibaren çok teorik bir dünyaya geçiş yaptınız. Karanlık madde hiçbir zaman laboratuvarda üretilemedi. Karanlık enerji de. Aynısı karadelikler için de geçerli. Buharlaşmaları henüz deneyle doğrudan ya da dolaylı, saptanamadı. Saptansa Hawking Nobel Ödülü alırdı.

Karadelik buharlaşması, örneğin, saptanması çok zor bir şeydir.

Ne kadar mı zor?

Gelin, bakalım.

Güneş'i ele alalım.

Onu karadeliğe dönüştürmek için 6 kilometre genişliğinde bir küreye sıkıştırmanız gerekir.* Evrenin dört bir yanındaki çoğu karadelik, dev yıldızlar öldüğünde doğmuştur. O yüzden de bundan daha büyük olmaları gerekir (Güneş bir dev yıldız değildir). Şimdi, varsayalım bu "güneş kütleli" karadeliklerden biri, etrafındaki her şeyi yuttu ve her şeyden uzakta bir yerlerde öyle sessizce duruyor. Karadeliğin radyasyon sıcaklığı, yani Hawking sıcaklığı, mutlak sıfır üstü derecenin 10 milyonda biri kadar olmalı (mutlak sıfır yaklaşık –273,15°C'dir).

Derecenin 10 milyonda biri yüksek sayılmaz. Tek başına ele alınınca, ölçümü zor bir derece olabilir ama ana problem bu değildir. Ana problem bu rakamın, görünür evrenimizin içindeki her şeyi yıkayıp geçen 2,7 derecelik kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonundan çok daha az olmasıdır. Sonuç olarak

* Merak ediyorsanız, Güneş'i değil de gezegenimiz Dünya'yı karadeliğe dönüştürmek için (siz de dahil) tüm içeriğiyle birlikte çeri domates büyüklüğüne inene kadar sıkıştırmanız gerekir.

da günümüzde güneş kütleli karadeliklerin buharlaştığı görülmez. Hatta bugüne dek bunu yaptıkları hiç görülmedi. Onlar şimdi ve geçmişten beri hep Büyük Patlama döneminden kalma arkaplan artık sıcaklığı tarafından maskelendiler ve ondan beslendiler.

Üstelik karadeliğin ağırlığı arttıkça sıcaklığı düştüğünden, evrenimizde çoğu gökadanın merkezinde oturan büyük, süper kütleli canavarlar söz konusu olduğunda durum daha da kötüleşir. Onların Hawking sıcaklığı, güneş kütleli olanlardan da soğuktur; etraflarının aşırı derecede sıcak "içeri düşen" madde halkalarıyla çevrili olması da cabasıdır.

İşte bu yüzden Hawking'e Nobel Ödülü kazandırabilecek şey, çok küçüğün dünyasında yatıyor olabilir çünkü oradaki minicik karadelikler çok sıcak olmalıdır.

Ne yazık ki elimizde hâlâ bir problem var: Bilim insanları dev karadelikler belirlediklerinden hayli eminler ama minicik olanları hiç görmediler. Ama siz aldırmayın. Gelin, var olduklarını varsayalım. Pratikte bir şey çıkarabilir miyiz acaba?

Bunu anlamak için izninizle burada, daha önce Planck duvarı diye andığım şeyi biraz aydınlatacak, küçük bir parantez açayım.

Yirminci yüzyılın başlarında, tüm zamanların en etkileyici bilim insanlarından biri, bugün kuantum fiziği dediğimiz şeyi başlattı. O da Einstein gibi Alman'dı ve ismi Max Planck'tı. 1918'de Nobel Fizik Ödülü'nü aldı.

Planck kendi keşiflerinin sonucunda, belli bir ölçeğin ötesinde kuantum etkilerin göz ardı edilemediğini anladı. Söz konusu büyük bir cisimse her şey yolundaydı. Newton'ın doğa anlayışı ona uygulanabiliyordu ve ondan beklenen her şey, gündelik hayatta alışkın olduğumuz gerçeklikle örtüşüyordu. Ama o cismi giderek küçülen boyutlara çekersek Newton'ın vizyonu çökmeye başlıyordu. Bir kez daha söyleyeyim: Newton dünyayı, gündelik yaşamımızda aşina olduğumuz bir ölçekte tanımlamanın yolunu bulmuştu. Sağduyumuzla uyumlu bir yol. Çok büyük ve enerjik olanın dünyası söz konusu olduğunda, Einstein vizyonu

işi devralmak zorundadır. Çok küçüğün dünyası içinse Planck vizyonunun. O noktada, kuantum dünyayı düşünmek gerekir. Bu olduğundaysa doğanın öngörüde bulunmamıza izin veren bir sabiti vardır: *Planck sabiti.*

Planck sabiti doğanın diğer iki evrensel sabitiyle eşit düzeydedir; "ışık hızı" ve bize iki kütlenin birbirini nasıl çektiğini söyleyen "kütleçekim sabiti".

Planck bir gün bu sabitlerle oynamaya başladı ve onlardan üç şey oluşturdu. Bunlardan biri, bir kütleydi. Diğeri bir uzunluk. Bir diğeri ise zaman birimi.

Kütlenin 21 mikrogram olduğu ortaya çıktı. Gramın yirmi bir milyonda biri. İsmine *Planck kütlesi* dendi.

Uzunluk, metrenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyonda birinin binde biriydi. İsmine *Planck uzunluğu* dendi.

Zamansa saniyenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyonda biriydi. İsmine *Planck zamanı* dendi.

Neye karşılık geliyor bunlar?

Ötesine geçildiğinde, kütleçekimin ve kuantum fiziğinin birbirinden bağımsız kullanılamadığı ölçeklere... Ötesine geçildiği zaman, olup bitenleri açıklamak için kuantum kütleçekimin gerektiği eşiklerdir bunlar. Bazı kuantum-kütleçekim etkiler bu ölçeklere erişilmeden de ortaya çıkıyor olsa dahi.

Pratikte anlamı nedir, peki?

Anlamı, Planck ölçeklerinin olabilecek en küçük karadelik boyutunu verdiğidir.

Kısacası günümüz biliminin hayal edebildiği en küçük karadelik, yaklaşık 21 mikrogram ağırlığındadır. Ne ilginçtir ki zihinlerimizin hâlâ kavrayabildiği bir ağırlıktır bu. Fazla etkileyici görünmeyebilir ama var olan en küçük uzay-zaman hacmine, bir Planck eninde bir küreye sıkıştırıldığında, dev gibi kalır. İşte böyle bir karadelik saniyenin... Milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyonda biri sürede buharlaşır. Planck zamanında.

Bu kadar hızlı gerçekleşen, bu kadar küçük şeyleri ölçebildiğimizi varsayalım: o durumda inceleme yapabilmek için Planck kütlesinde karadelik yaratmamız gerekir. Ancak mevcut teknolojimizle yüksek hızlı parçacıkları çarpıştırarak böylesi bir karadeliği yaratabilecek güçte bir parçacık hızlandırıcının, gökadamız büyüklüğünde olması gerekir. Tahmin edeceğiniz üzere, becerilerimizi aşıyor. Ayrıca kimsenin de böyle bir aygıtı yapmaya hevesleneceğini sanmıyorum (tabii bariz nedenlerden dolayı Hawking hariç). Fakat tesellinin uzaydan gelmesi de mümkün. Bu tür minik karadelikler orada, enerjilerinin son parçasını püskürtürken belki saptanabilir. Ne var ki henüz bilinmeyen bir fenomen bize nereye bakacağımızı ve ne arayacağımızı söylemedikçe, saptamak için olağanüstü şanslı olmamız gerekiyor.

Yine de kimse Hawking radyasyonunun varlığından şüphe etmiyor. Bu da derinlerdeki o dünyada bir yerlerde yepyeni bir gerçekliğin gezindiği anlamına geliyor. Uzay ve zamanın kendisini içeren bir kuantum gerçeklik.

İşte, az sonra da göreceğiniz gibi, yaşayan en parlak bilim insanlarından bazılarının zihinlerindeki evrenimize ilişkin en sıra dışı tablo da buradan doğdu.

Yedinci Kısım

Bilinenin
Bir Adım Ötesi

1 | *Başlangıca Dönüş*

Görünür evrenin sonsuz olmadığına ve Dünya'nın, sizin, bu evrenin merkezinde olduğunuza kendi adınıza tanıklık ettiniz. Pratik hayata dair bir olgu bu ve anahtar kelimesi, "görünür". Size herhangi bir yönden ulaşan ışık, diğer herhangi bir yöne eşit uzaklıkta bir geçmişten haberler getirir ve kozmik ortamınıza küresel bir görünüm kazandırır. Fakat bu, evrenin küresel olduğu anlamına gelmez, sizin *görebildiğiniz* kısmının küresel olduğu anlamına gelir. Size bugün ulaşan en eski ışık, *görünür* evrenin en ucundaki duvarı oluşturan "son saçılma yüzeyinden", evrenin ışık geçirebilecek kadar soğuduğu 13,8 milyar yıl kadar önce yola çıkmıştır. Bu son saçılma döneminde evrenin yaklaşık 380.000 yaşında ve 3.000°C sıcaklıkta olduğu anlaşılmıştır. Evren bu noktadan sonra genişlemiş ve soğumaya başlamıştır. Ondan önceyse daha küçük ve sıcaktır.

O halde görünür evren, Dünya merkezli bir küredir. Bugün bize ulaşan tüm geçmişlerin oluşturduğu bir küre. Çağlardan katmanlara sahip kozmik soğanın en uzak sınırı, diğer bir deyişle gözlemlenebilir geçmişlerimizin sınırı, aynı zamanda evrenin ilk görünür kısmıdır. Evrenimizin tarihinde ışığın madde tarafından engellenmeden serbest kaldığı ilk zamandır. İşte siz oraya gittiniz. Onu gördünüz. Hatta onu geçtiniz. Ama tuhaf bir yanı vardı. O sırada belki de fark etmediğiniz, çok ama çok tuhaf bir yanı.

Milyar dolar bahşettiğiniz dostlarınızın, göğe baktıklarında, evrenimizi dolduran radyasyonun, uçsuz bucaksız göğün her neresinden kaynaklanıyor olursa olsun, hemen her yerinde aşağı yukarı aynı olduğunu keşfettiklerini hatırlıyor musunuz? Bu radyasyon, yani kozmik mikrodalga radyasyonu, Büyük

Patlama'nın zaferini ilan etmişti. Evrenimizin geçmişte daha küçük ve çok çok daha sıcak olduğunun ayan beyan ilanıydı. Ne var ki bu radyasyonun, genişleyen bir evrenden beklenmeyecek kadar "eşbiçimli" olduğu gerçeğini ne siz fark ettiniz ne de dostlarınız. Az sonra da göreceğiniz gibi bu sıra dışı eşbiçimlilik, bilim insanlarının evrenin ışık geçirir hale gelmesinden 380.000 yıl önce, Büyük Patlama'nın da öncesinde gerçekleşen –ve onu tetikleyen– kozmik şişme (enflasyon) dönemi fikrini ortaya atmalarının nedenlerinden biriydi.

Yine az sonra göreceğiniz gibi, bu da sadece bir değil, sonsuz sayıda Büyük Patlama olasılığının önünü açtı.

Yakınınızda oturan herkesten gece ışıklarını kapatıp bir sandalyeye oturarak göğe bakmalarını isteyin. Fark edemeyeceğiniz kadar sönük de olsa gözleriniz derin uzaydan, kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonundan ışık toplar. Doğru aygıtlarla, yeterince uzun bakarsanız o radyasyonun haritasını çıkarır ve oldukça birörnek bir tabloya ulaşırsınız. Her yerde –270,42°C sıcaklık; mutlak sıfırın 2,73 derece üstü. Şimdi sandalyenizi yanınıza alın ve Dünya üstünde tam karşı noktaya gidin. İşte oraya *antipot* denir. Yola İngiltere'den bir yerden çıktıysanız, şimdi Pasifik ortasındasınız demektir. Etrafta hiç ışık yok. Sandalyenizle bir saldasınız ve yine göğe bakıyor, 13,8 milyar yıl boyunca evrende yol aldıktan sonra gelen ışığı topluyorsunuz.

Yine eksi 270,42°C.

Birebir aynı sıcaklık. Kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonu.

Oysa her yerde aynı olması için hiçbir neden yok. Hatta böyle bir olasılığın devre dışı bırakılması gerekir...

Size İngiltere'de ulaşan kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonu, görünür evrenin bir ucundan yola çıkmıştı. Pasifik'te ulaşan ise tam tersi yönden... Bu ışığın kaynakları birbirinden öyle uzak ki (13,8 milyar ışık yılının iki katı) bir noktada çok tuhaf şeyler olmadıysa evrenimizin geçmişinde birbirleriyle temas etmiş olmaları mümkün değil.

Dolayısıyla sıcaklıklarının aynı olmaması gerekir.

Aynı sıcaklıkta olmalarının ne kadar acayip bir durum olduğunu anlayabilmek için, bir fincan sıcak kahve alıp salonunuza gidin.

Bir kazanın içinde yaşamadığınız sürece, salonunuz ilk başta kahvenizden soğuktur. Ancak yeterince beklerseniz, fincan ile oda nihayetinde aynı sıcaklığa sahip olur. Diğer bir deyişle, denge sıcaklığına. Kitabın başından beri pek çok defa fark ettiğiniz gibi kahve daima lezzetini kaybedecek kadar soğur.

Şimdi fincanınızı alın, buzdolabına koyun ve dolabın kapağını kapatın. Bir süre sonra yeni bir denge sıcaklığına erişilecektir. Daha da soğuk bir sıcaklığa.

İçeceğinizle birlikte kavurucu bir çöle gidin, orada da yeni bir dengeye erişilecektir. Bu defa daha sıcak olacak şekilde.

Tüm bunlar gayet normal görünüyor olmalı. Hiçbir gariplik yok.

Şimdi kendinize yeni bir fincan kahve yapın ve tekrar salona götürün. Kahvenin Japonya'daki bir buzdolabının içiyle aynı sıcaklığa sahip olma olasılığı çok düşüktür.

Herhangi bir temas içinde olmayan ve hiçbir zaman olmamış iki cisim ya da yerin, birbirinin varlığından dahi habersiz cisim ya da yerlerin, sonunda aynı sıcaklığa sahip olmaları için hiçbir neden yoktur. Kulağa gayet makul bir önerme gibi geliyor, değil mi? Öyle makul ki uzaya da uygulanabilir olması gerekir.

Gökyüzünün birbirinin zıttı, antipot kısımlarının, 13,8 milyar yıllık bir birbirinden ayrı var oluş ardından –270,42°C gibi tamı tamına aynı sıcaklığa erişmesi için bu iki kısmın geçmişte bir noktada, bir şekilde temas içine girmiş olması gerekir. Oysa bu mümkün değil. Evrenin yaşı ve genişleme hızı düşünüldüğünde bu ikisi herhangi bir zamanda ve şekilde temas halinde olmayacak kadar uzak. Tabii çok ama çok tuhaf bir fenomen gerçekleşmediyse.

Örneğin, bir şeyler ışıktan hızlı hareket etmediyse.

Ne yazık ki bir sinyal için (hangi formda olursa olsun, bir yerden bir yere bilgi taşıyan her şey anlamında) bu imkânsızdır.

Kuantum süreçlerden söz etmiyoruz burada; dolayısıyla sinyaller, her ne olurlarsa olsunlar, ışıktan hızlı gidemezler. Gerçekten yasaktır.

Oysa kozmik mikrodalga arkaplan radyasyon sıcaklığının gerçeği budur: Tesadüf olamayacak kadar her yerde birbirinin benzeri niteliktedir. Peki, bu nasıl olur?

Uzay-zaman --diğer bir deyişle, evrenin kendisi– geçmişte bir noktada ışıktan hızlı büyüdüyse olur.

İşte zamanda Büyük Patlama'nın da gerisine gidip evrenin bir şişme alanıyla dolu olduğu *şişme dönemi* denen yere girdiğinizde gördüğünüz şey buydu.

Erken döneminde şişen evren fikri, modern biçimiyle ilk olarak 1980'lerde ABD'li teorik fizikçi Alan Guth, Rus evrenbilimci Alexei Starobinsky ve Rus kökenli Amerikalı teorik fizikçi Andrei Linde tarafından ileri sürüldü. Temelde söylenen şuydu: Madde, ışık ve bildiğimiz herhangi bir şeyin var olmadığı çok uzun bir zaman önce, görünür evrenin ve Büyük Patlama'nın da ötesinde, evreni kütleçekim-karşıtı itici bir kuvvetle dolduran bir alan vardı. Bu alan öyle akıl almaz derecede güçlüydü ki aşırı boyutlarda bir genişlemeyi tetikledi. Genişleme erken dönemlerinde evrenin farklı kısımlarını ışık hızından çok ama çok daha büyük bir hızla şişirdi. Bu yüzden, günümüzde asla temas içinde olamayacak kadar birbirinden uzak görünen yerler, geçmişte temas halindeydi.*

İşte şişme (enflasyon) alanı fikrinin ortaya atılma nedeni buydu.

İyi ama gerçek mi bu? Diğer kuantum alanlar gibi bunun da temel parçacıklarından bazılarını saptayabilir miyiz?

Eğer gerçekse çoğu parçacığı uzun zaman önce kayıplara karışmış (ve sıcak Büyük Patlama'yı tetiklemiş) olmalı ama yine de

---

* Bu arada bu durum, Einstein'ın ışık hızı sınırıyla herhangi bir şekilde çelişmez çünkü burada genişleyen, uzay-zamanın kendisidir, uzay-zamanın içinde bu hızla geçen bir sinyal değil. Işık hızından büyük bir hızla birbirinden uzaklaşan iki cisim, asla ve asla herhangi bir iletişim yaşayamayacaktır.

bütünüyle yok olmuş olamaz. Şişme alanı bir şekilde hâlâ etrafta, evrenin tamamını dolduruyor ve eriştiği son enerji formlarından biri içinde varlığını sürdürüyor olmalı. Söz konusu formsa ancak ender durumlarda bize parçacık üretip gösterecek kadar uyarılabilen bir vakum olmalı.

"İnflatonlar" adıyla anılan bu parçacıklar (henüz) belirlenmedi. Ancak yine de pek çok bilim insanı, şişme alanının eşlik ettiği bir şişme senaryosunun, gerçekte yaşananlara epey yakın durduğuna inanıyor. Şahsen ben de bu fikri çok sevdiğimden gelin, ciddiye alalım ve böyle bir alanı içeren bir evrenin tarihi nasıl olurdu, bakalım.

Şişme alanı öncelikle görünür evrenimizin farklı bölümlerini birbirinden öyle büyük bir hızla ayırdı ki bu kısımlar geçmişte temas içinde oldukları halde o zamandan beri hiç temasa geçmediler ve muhtemelen de bir daha geçmeyecekler.

Ardından Büyük Patlama gerçekleşti ve bozunan, hemen akabinde de sessizleşen şişme alanının serbest bıraktığı olağanüstü miktarda enerji, ortaya tüm o alanları, parçacıkları ve kuvvet taşıyıcıları çıkardı.

Evrenimizin genişlemesi işte o zaman başladı. Normal bir genişleme. Süper hızlı bir şişme değil.

Şişme alanı bütünüyle yok olmadı ama enerjisinin çok büyük bir kısmıyla Büyük Patlama tetiklenmişti ve artık hiçbir şey üstünde etkisi kalmamıştı... Ta ki 8 milyar yıl sonrasına dek.

Büyük Patlama'dan 8 milyar yıl sonra, evrenimizin istikrarla büyüdüğü 8 milyar yılın ardından, şişme alanının doğurduğu madde, ait olduğu vakumun yeniden uyanmasına izin verecek kadar seyreldi. Hem de dramatik bir etkinin eşliğinde: Vakumun kütleçekim karşıtı gücü, evrenin genişlemesini tetikledi ve hızlandırdı.

Bu hızlanmanın 1988'de deneysel olarak saptanması Perlmutter, Schmidt ve Riess'e 2011 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı.

Elbette ki şişme alanının, evrenimizin davranışını şimdiki etkileme şekli ile her şeyi birbirinden uzaklara fırlattığı *şişme*

dönemi sırasında ve Büyük Patlama öncesindeki şekli kıyaslanacak gibi değil. Ancak yine de içinde yaşadığımız gerçekliği bekleyen geleceğin sorumlusu şişme alanı olabilir.

Dünya'dan bugün göründüğü şekliyle, evrenin antipot noktaları, herhangi bir zamanda temas içinde olamayacak kadar birbirinden uzak olabilir ama Büyük Patlama'dan *önce* gerçekten de temas içindeydiler. Gece göğünde antipotların böyle benzer görünmesinin nedeni budur.

Peki, şişme alanı denen bu yeni alanın ortaya atılması, açmazdan çıkışın bir yolu mu, gökyüzündeki antipot noktaların neden aynı sıcaklığa sahip olduğunu açıklamanın kurnaz bir yolu mu yoksa şişme gerçekten gerçekleşti mi? Bunu kontrol etmek mümkün mü?

İnanılmaz gelebilir ama evet. Mümkün.

2 | *Çok Sayıda Büyük Patlama*

Bir süre önce bir kediyle deney yaptınız. Schrödinger'in kedisi. Amaç, mikroskobik tuhaf bir kuantum davranışı gözlemlenebilir makroskobik bir gerçekliğe dönüştürecek hileyi bulmaktı. Şişme de aynen bunu yapar. Üstelik kediye de gerek kalmaz.

Az önce de gördüğünüz gibi kronolojik sıralamada şişme dönemi Büyük Patlama'dan önce gelir. Şişme alanı, akıl almaz kısa bir zamanda, olağanüstü küçük bir evreni, makroskobik bir şeye dönüştürdü.* Ardından şişme alanı ve onun temel parçacıkları (inflatonlar) $E=mc^2$ ile bozunarak saf enerjiye dönüştü. Olağanüstü miktarda enerji açığa çıktı ve evren inanılmaz bir sıcaklığa erişti. İşte (sıcak) Büyük Patlama'nın (bu tür bir senaryo içinde) böyle başladığı ve ileride bizi ve bugün gördüğümüz her şeyi oluşturacak alanları böyle uyardığı düşünülüyor.

Şişme dönemi boyunca evrenin genişleme hızı öyle müthişti ki gerçekleşebilecek (dolayısıyla gerçekleşen) tüm kuantum dalgalanmalar birbiri ardına dondu. Daha da olağanüstüsüyse bu donmuş dalgalanmaların bugün bilim insanlarının kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonu için çıkardıkları ve doğruluğu giderek artan tabloda görünebilmeleri.

Şişme, evrenin her yerini dolduran arkaplan radyasyonun inanılmaz düzgün yapısını öngörür. Ama bu zaten şişme fikrinin inşa edilme nedenlerinden biridir. Öngörü sayılmaz.

Şişme aynı zamanda arkaplan radyasyonunun içine gömülü kuantum dalgalanmalar olması gerektiğini de söyler. Bir yönle

---

* Sayılarla aranız iyiyse söyleyeyim, kozmik şişmenin uzay-zamanın doğumundan sonraki yaklaşık 0,00000000000000000000000000000000001 (10^{-36}) saniye ile 0,00000000000000000000000000000001 (10^{-32}) saniye arasında gerçekleştiği düşünülüyor. Bu süre içinde şişme alanı evrenin tamamını 1000000000000000000000000 kat (10^{26}) büyüttü.

diğer yön arasında küçücük sıcaklık farkları şeklinde ortaya çıkan dalgalanmalar... Bu farklılıklara *anizotroplar* (*eşyönsüzlükler*) denir.

Konu bilinen bir olgu olmadığı halde sözü edilen dalgalanmalar *gerçekten* de saptandı: Amerikalı astrofizikçi George F. Smoot ile John C. Mather hem arkaplan radyasyonunun olağanüstü eşbiçimliliğini *hem de* içerdiği küçücük anizotropları tespit ettikleri için 2006 Nobel Fizik Ödülü'nü paylaştı.

Anizotroplar bir Celsius'un binde biri gibi derecelerdir ama yine de oradadırlar. Hatta sonradan yıldız ve gökada oluşumunu onların tetiklediği düşünülür.

Onlarsız evren eşbiçimli olurdu. Asla yıldız oluşmazdı.

Bu dalgalanmalar sayesinde genç evrenimizin bir yeri ile diğeri arasında küçücük farklılıklar oluştu; ardından da kütleçekim etki ederek bu farklılıkları büyütüp yıldızların ve evrenimizi meydana getiren diğer tüm yapıların oluşmasını sağladı.

Görüldüğü gibi şişme, çok küçükle çok büyüğü yeniden birleştirir çünkü evrenimizin gelişiminin erken safhalarındaki kuantum dalgalanmalardan başlayıp bugün evrende gördüğümüz yapıların doğumuna dek devam etmiştir. Hatta gizemli karanlık enerjinin ne olduğuna ilişkin ipuçları bile sunar çünkü kütleçekim karşıtı bu kuvvet, şişme alanının vakum enerjisinden arta kalan enerjiden geliyor olabilir.

Şişme, uzayla ilgili açıklanmamış pek çok şeyi açıklama potansiyeline sahiptir. Bu yüzden de çok ciddiye alınması gerekir ve alınır da. Konu açılmışken, bu tür bir senaryonun hayret verici bir sonucundan söz etmiştim, şimdi onu anlatayım.

Bugün anlaşıldığı şekliyle şişme alanı pek de sessiz kalamıyor. Evrenimizin doğumu sırasında bir kereliğine gerçekleşmiş "tek atımlık" bir alan olamıyor. Aslına bakarsanız, tek bir Büyük Patlama'yı değil, pek çoğunu tetiklemiş olması gerekiyor. Sonsuz sayıda.

Tüm kuantum alanlar gibi şişme alanının da kuantum dalgalanmalara tabi olması gerekir. Böylece alan, yerel olarak bir

vakum durumundan diğerine geçebilir. Bu tür bir süreç normalde, şu ana dek öğrendiğiniz tüm alanlarda, parçacıkların bir yerden bir yere sıçramalarını ya da birdenbire ortaya çıkmalarını sağlıyordu. Ancak bu alan söz konusu olduğunda süreç, alanın kendi kendine küçük bir evren yaratabileceği anlamına geliyor. Ya da iki evren. Veya çok sayıda evren. Her yerde. Üstelik "her yerde" derken, şaka yapmıyorum, ciddiyim. Gerçi söz konusu zaman ölçekleri devasa büyüklükte olabilir (olmayabilir de). İşte bu sürece *sonsuz şişme* (*enflasyon*) denir. Hiç durmaz. Mevcut evrenlerin içinde, şişme alan vakumunun bir durumdan diğer duruma, diğer bir vakuma, kuantum sıçrayış yaptığı yerlerde baloncuk evrenler oluşur. Bir gölün yüzeyine damlayan yağ damlacıkları gibi. Büyürler. Büyürler. Büyürler... Bu damlaların içinde de başka damlalar büyür.

Baloncuk evren içinde başka baloncuk evrenler.

Bu da yine çoklu evrenin bir örneği ama daha önce gördüklerinizden farklı türde.* Bu tür bir senaryoda siz ve ben, sözü edilen baloncuk evrenlerden birinde yaşıyoruz ve bizim uzay-zamanımız içinde, uzak geleceğin bir noktasında, ortaya çıkmaya hazır baloncuklar olabilir. Tıpkı bizim evrenimizin de yine, şu an çok daha büyümüş ve belki biraz hasarlı hale gelmiş ya da içi boşalmış bir baloncuktan ortaya çıkmış olabileceği gibi. Görünür evrenimizin gelecekteki olası soğuk ölümü de dolayısıyla yeni baloncuk evrenlerin gelişimi için gerekli bir yapı olabilir...

Pekâlâ.

Kitabın sonunda sicim teorisi diyarlarında gezinirken, aniden ortaya çıkıveren bu komik evrenlere tekrar göz atacağız. Bu arada sonsuz şişme size büsbütün çılgınlık gibi gelebilir (ki gelmeli; bana öyle geliyor ama yine de hoşuma gidiyor) fakat az sonra tanışacağınız sicimleri görünce, nasıl desem... Artık hiçbir şey aklı başında görünmeyecek zaten. Aslında tanıştığınız bu baloncuk

* İlki, evrenimizin gözlemlenebilir gerçekliğinin ötesinde yer alan kısımlarını içeriyordu. İkincisi Everett'ın kuantum mekaniği "birçok dünya" şeklindeki yorumlayışıydı. Bu da üçüncüsü: Birbiri içinde doğan evrenler.

evrenleri, çıkacağınız son yolculuğa bir giriş gibi görebilirsiniz. Ancak oraya geçmeden, görünür evrene dönmeden ve şu ünlü sicimlerin nerede saklı olduğunu, ne olduğunu ve gerçekliğimiz açısından ne anlama geldiğini görmeden önce gelin şimdiye dek öğrendiklerimizden yararlanarak, şişmenin de ötesine bakabilir miyiz, deneyelim.

"Evren nasıl başladı?" diye soranlar için sonsuz şişme senaryosu pek tatmin edici görünmeyebilir çünkü ortada pek bir başlangıç yoktur. Durmaksızın baloncuklar vardır.

Fakat başka olasılıklar da söz konusu olabilir.

Burada hepsini sayamam. Sadece bir tanesinden söz edeceğim.

Tarihsel ilk olanından.

3 | *Sınırları Olmayan Bir Evren*

Şişme dönemi Büyük Patlama'dan önce gerçekleşti.

Sonsuz şişme ile sonsuz sayıda evren, sonsuzluktan beri doğdu, doğuyor ve doğacak, bu arada bizim evrenimiz de bizim evrenimiz oldu. Şimdi gelin *tek* bir "başlangıcı" (her ne demekse), *tek* bir şişme dönemi olan *tek* bir evren hayal edelim.

Zamanı da Büyük Patlama'dan başlayarak, geri saralım.

Büyük Patlama oluyor: *Bum*!

Onun öncesindeyse şişme var. Geriye doğru bakıldığında, dramatik bir çöküş gerçekleşiyor.

Ondan sonraysa... İşte orada probleme tosluyoruz.

Uzay ve zamanın anlamlı olmaktan çıktığı Planck duvarı, Planck dönemi, var orada.

Planck duvarı, evrenin sonundaki son saçılma yüzeyinin 380.000 yıl kadar gerisinde duruyor. Ayrıca bu tür bir tahmin yapabiliyor olsaydık, *sıfır zamanı** diyebileceğimiz zamandan bir Planck zamanı kadar sonrada duruyor, derdik. Ama tahmin yapmaya iznimiz yok. Kendi evrenimizin içinden sıfır zamanına erişmemiz mümkün değil. Zamanın olmadığı bir yerde (ve zamanda) zamandan söz edemeyiz. Planck döneminin "ötesi" ya da "öncesi"nden söz etmenin anlamı yoktur. Bunun için bize gerçekten de uzay ve zamanın yerine kuantumsal bir şeyler koyması için, tüm o anlaşılmaz yeni kavramlarıyla "kuantum kütleçekim" gerekir. Bu da gerçekliğimizin var oluşu için bir "başlangıç koşulu" bulmaya benzeyen, zor bir iştir. Zor ama imkânsız değil. Stephen Hawking ile ABD'li teorik fizikçi James Hartle

* Hatırlamıyorsanız ve tekrar duymak isterseniz: Planck zamanı pek büyük değildi. Saniyenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyonda biriydi.

otuz yıl kadar önce işte tam da bu problemle boğuştu. Bunu yapan ilk kişiler onlardı. Yaptıkları şeyi anlatayım.

Mini-sizi çok genç bir evrenin içinde hayal edin. Uzay ve zamanın daha yeni anlam kazanmaya başladığı bir evren. Küçücük bir evren. Planck boyutundan biraz büyük ama çok değil. Siz de onun içindesiniz ve çok miniksiniz.

Fazla bir şey göremiyorsunuz.

Planck uzunluğundan küçük herhangi bir ölçekte gerçekleşen her şey, uzay ve zamanın ötesinde ve bu yüzden de görüş alanınızdan saklı.

İşte oradasınız, minikten de miniksiniz ve olağanüstü genç bir evrenin içindesiniz. Üstelik kör olmaktan pek bir farkınız da yok... Ama bir dakika... Daha önce karşılaştığınız durumları hatırlatmıyor mu bu size?

Kuantum dünyasını gezerken, herhangi bir şeyle etkileşime girmemek ve gözlerden saklı olana erişebilmek için gözlerinizi yumarak yogi moduna geçmemiş miydiniz? Atomların iç kısımlarını incelerken, etrafınızda olup bitenleri tahmin edebilmek için bir şekilde yogi moduna girmek *zorunda* kalmıştınız. Bu şekilde keşfettiklerinizi anlamlandırabilmek içinse kuantum dünyada doğa ve kediler kendi haline bırakıldığında, tüm kuantum olasılıkların eşzamanlı gerçekleştiğini öğrenmiştiniz.

Burada durum daha da fena.

Görünmez olan şey, bir kedi ya da parçacık değil, evrenimizin tamamının geçmişi. Bildiğimiz şekliyle uzay ve zamanın doğum anı için mihenk taşı görevi gören duvarın gizlediği bir geçmiş. Bu duvar, bu Planck duvarı, şimdi etrafınızı kuşatan her yerde. Ötesindekiler ise duyularınızın erişimine kapalı.

Bu nedenle de kuantum yasasına göre Planck duvarı tüm kuantum olasılıkların üst üste binmiş halini (süperpozisyon) saklıyor.

Neyin olasılıkları, diye düşünüyor olabilirsiniz.

Geçmişlerin olasılıkları...

Planck duvarının gözlerden sakladığı şey, bir bütün olarak genç evrenin ta kendisi. Dolayısıyla kuantum dünyanın altın kurallarından birine uyması gereken de, yine genç evrenin kendisi: Kimse bakmadığı sürece tüm olasılıklar gerçekleşebilir (ve gerçekleşir).

Hawking bu fikri evrenin en erken dönemine uyarladı.

Ancak bildiğimiz ve her gün kullandığımız "zaman"ı kullanamazdı. Planck ölçeğinin ötesinde kimsenin onu kullanmasına izin yoktu. Hawking de bunun üzerine zamanı başka bir şeye dönüştürdü. Manipülasyonu daha kolay bu zamanın adı *hayali zamandı*. Ardından hayali zamanı kullanarak evrenin olası tüm geçmişlerini, insanın içeriden göremeyeceği tüm geçmişleri düşünmeye başladı.

Fikir aklına 1980'lerde geldi.

O sıralar kuantum karadeliklerle baş etmenin yollarını yeni bulmuştu. Karadeliklerin gri olduğunu ve parçacık yaydığını biliyordu. Kuantum kütleçekimin var olması gerektiğini biliyordu. Hawking'in zihni şimdi Büyük Patlama'nın da ötesine bakmaya başlamıştı.

California Üniversitesi'nden meslektaşı ABD'li teorik fizikçi James Hartle ile birlikte bir formül yazdılar ve bu formül benim için insan zihni tarafından kavranan şekliyle evreni sonsuza dek değiştirdi.

Hawking ile Hartle şimdiki evrenimizin önünü açan tüm evrenlerin, sonlu bir *hayali zaman* önce hiçlikten (gerçek anlamda hiçlik, matematiksel bir hiçlik) doğmuş olması gerektiğini varsaydı.

Bu özelliğe sahip tüm evrenleri ele aldılar.

Onlara baktılar.

Sayıları çok fazlaydı.

Ardından kuantum dünyanın altın kuralını bu evrenlere uyguladılar: Bir tanesini seçip onu bizim gerçekliğimize doğru

evirmek yerine, hepsini göz önüne aldılar. Bunun kâğıt üstünde anlamı "artı" işareti ile hepsini toplamaktı. Söylediklerine göre elde ettikleri toplam, şu an içinde bulunduğumuz evrenin Planck duvarı "öncesinde", henüz kimsenin ona bakamadığı zamandaki görünümünü verecekti. O gün kullandıkları matematiksel formül günümüzde *Hartle-Hawking evrenin dalga fonksiyonu* diye bilinir. Göz önüne alınan tüm olası evrenlerin, hiçlikten doğduğu anlaşılan evrenler olduğunu söyleyen "başlangıç koşuluna" ise *sınırsızlık önermesi* denir.

Onların bakış açısına göre evrenin, bizim evrenimizin, genç bir evren olarak tüm olası durumlarıyla birlikte, herhangi bir başlangıcı yoktu.

Sonlu bir hayali zamanın ardından, uzay ve zaman anlam taşımaya başladığında o, bizim evrenimiz oldu.

Tüm bunların tam ne anlama geldiği, burada bir önem taşımıyor.

Asıl çılgıncası, iki bilim insanının bunu başarmış olmasıydı.

Evrenin tümü için matematiksel bir başlangıç koşulu yazmışlardı. Evrenimizin hiçlikten meydana gelmesi probleminin matematiksel olarak üstesinden gelmişlerdi.

Şimdi birkaç uyarı yapalım: Hikâye burada bitmedi. Hartle ile Hawking'in ortaya koyduğu matematiksel çerçeve içinde yer alan herhangi bir hesaplamanın bile takibini yapmak, ne yazık ki (imkânsız demesek bile) fena halde zordu.

Ancak yine de iki bilim insanı, bunu sırf kâğıda dökerek bile gerçekliğimizin başlangıcı ve takip eden evrimi için matematiksel bir formül sunan ilk insanlar oldular.

İnsanlık için olağanüstü bir dönemeç.

İnsanoğlu, binlerce yıldır doğa yasalarının sırrını çözmeye çalışıyor.

Bu yasalara ilişkin kavrayışımız zaman içinde değişti ve gelişti.

Bundan yüz yıl önce Einstein kütleçekime yeni bir bakış açısı getirdiğinde, geçmişi sadece ayağımızın altındaki toprakta

arkeolojik kazılar yaparak değil, yıldızlara bakarak da bulabileceğimizi anlamaya başladık. Aşağı yukarı aynı zamanlarda birçok bilim insanı çok küçüğün dünyasına hükmeden tuhaf kuantum yasaları keşfetmeye başladı.

Derken, otuz yıl kadar önce, elde ettikleri karadelik buharlaşması sonucuyla neşelenen Hartle ile Hawking, her şeyi bir araya getirerek, her şeyin başlangıcı için matematiksel bir formül geliştirmeye başladı.

Eriştikleri bilgi gelecekte ciddi hatalı çıkabilir elbette. Aynısı, bizi deneyin ötesine geçiren diğer tüm fikirler için de geçerli ama bunun bir önemi yok. Önemli olan, evrenimizin başlangıcı sorusunun yeni bir çağa girmiş olması. Matematiksel fizik sayesinde en azından konunun irdelenebildiği bir çağa...

Hawking'in farklı (hayali) bir zaman kullanarak olası tüm evrenleri göz önüne alma fikri, öyle gökten inmemişti gerçi. Fikrin temelleri yirminci yüzyılın en parlak akıllarında yatıyordu; modern kuantum alanlar teorilerinin oluşturulması için böyle bir kavramı yaratan Paul Dirac ile Richard Feynman'ın akıllarında...

Sözü edilen türden senaryoda, görünür evren hâlâ kabaca 13,8 milyar ışık yılı yarıçapına sahip bir küredir. Bu da inceleyebileceğimiz en büyük boyuttur. Yine de düşününce, bu örnekte de komik geliyor insana: Uzaydan üstümüze yağan ışık ve sinyalleri toplayarak çok büyüğün içinde gitgide ilerilere uzandığımızda, sadece geçmişe değil, aynı zamanda çok küçüğe de bakmış oluyoruz.

Atalarımız bunu bilmiyordu.

Üstelik az sonra göreceğiniz gibi, tam tersi de gayet doğru olabilir.

Birazdan tekrar çok küçüğün içinde gezintiye çıkacaksınız ama bu defa hiç gitmediğiniz kadar uzaklara gideceksiniz. Gittiğiniz yerde yepyeni, şimdiye dek hayal bile edemediğiniz kadar büyük bir gerçekliğe açılan bir pencere bulacaksınız. Sonsuz şişmenin baloncuk içindeki baloncuklarından bile daha büyük.

Büyüğün içinde küçüğü bulmuştunuz.
Küçüğün içinde şimdi muazzam büyüğü bulacaksınız.
Peki, nereye bakmalısınız?

4 | *Gerçekliğin Keşfedilmemiş Bir Parçası*

Artık gayet iyi bildiğiniz üzere görünür evrenimiz, yarıçapı 13,8 milyar ışık yılı olan bir küre. Böylesi dev bir perspektiften bakınca, öncelikle dev gökada kümelerinin oluşturduğu ağlar görülüyor. Kümelerin içi gazlarla, karanlık maddeyle ve hepsinden de önemlisi, var olan tüm kuantum alanlarla dolu. O denli yukarıdan bakınca ayrıntılar görülmese de hissedilebiliyor. Görünür evreni meydana getiren maddeler bunlar... Kütlesi olan her şeye kütle kazandıran Higgs alanı... Şişme alanı ya da kütleçekimin eylemine karşı koyan ve evrenin hızlanarak genişlemesini sağlayan karanlık enerji...

Tabii bir de her şeyi, her şeye yaklaştıran kütleçekimin kendisi var.

Tüm bunları izliyor ve giderek yaklaşmaya başlıyorsunuz.

Milyarlarca yıldızıyla gökadaları görüyorsunuz şimdi. Merkezlerinde yer alan süper kütleli karadelikler, var olan en enerjik ışık ve maddeleri püskürtüyor etrafa. Karanlık maddenin varlığını görüyorsunuz. Onun, gökadaların, kendi dönüşleri yüzünden dağılıp gitmelerini engelleyişini görüyorsunuz.

Yaklaşmaya devam.

Şimdi yıldızların ölçeğine indiniz. Biz insanların, uzak evreni incelemek için kullandığımız ışığı yayan, kavurucu plazmadan dev toplar.

Sonra gezegenler geliyor; hiçbir zaman yıldız olamayacak kadar küçük, küresel dünyalar.

Onlardan da küçük, asteroitler, kuyrukluyıldızlar, gezegenimizin 100 kilometrelik atmosferi altında barındırdığı canlılar var.

Ardından mikroplar, hücreler, moleküller, atomlar, elektron ve fotonlar, protonlar ve nötronlar, kuark ve gluonlar geliyor.

Yaklaşmaya devam.

Yeniden kuantum alan diyarına girdiniz.

Kütleçekim burada tüm kuantum kuvvetler tarafından alt edilmiş.

Yaklaşmayı sürdürüyorsunuz. Sonra duruyorsunuz.

Kuantum alanlar konusunda neyin ters gittiğini hatırlıyor musunuz? Kuantum teorik fizikçilerinin, çalışmalarını bozan sonsuzluklardan kurtulmak için kullandıkları renormalizasyon (yeniden normalleştirme) hilesini hatırlıyor musunuz? Peki, kütleçekime bir kuantum alan gibi bakma çabasının tam bir başarısızlıkla sonuçlandığını çünkü o durumda ortaya çıkan sonsuzlukların hiçbir şekilde ortadan kaldırılamayıp uzay-zamanın her yerde çökmesine yol açtıklarını hatırlıyor musunuz? İşte şimdi o sonsuzlukları ortadan kaldıracağız. Onların ardında, bir önceki bölümün sonunda sözünü ettiğim muazzam yeni gerçekliğe açılan pencereyi bulacaksınız. Birazdan geçeceksiniz o pencereden. Ama önce şu sinir bozucu sonsuzlukları ortadan kaldıralım.

Nasıl mı? Bakalım. Uzay-zaman hakkında ne biliyorduk? Yirmi birinci yüzyıl başı fiziğini kullanarak yapılan tanımın sınırları olduğunu biliyoruz. "Çok büyük" söz konusu olduğunda bu sınır Büyük Patlama'nın ötesinde bir yerlerde kendini gösteriyordu. Şişme döneminin ötesinde, evrenin Planck döneminde bir yerde. Söz konusu sınır 13,8 milyar ışık yılı uzakta, uzay ve zamanın içinde yer alıyordu.

Aynı sınır çok küçüğün içinde de varlığını koruyordu. Üstelik her yerde kendini gösteriyordu.

Neyin içine doğru yaklaşırsanız yaklaşın, bir noktada Planck ölçeğine erişiyordunuz.

Tabii bir şey bunu yapmanızı engellemediği sürece.

Hawking'in karadelik çalışmaları sayesinde artık kütleçekimin, kuantum etkilere karşı tam dirençli olmadığını, "kuantum kütleçekimin" bir şekilde var olduğunu, karadeliğin hâkimiyet

alanı içindeki gerçeklik açısından bunun ne tür anlamlar ifade ettiğini anlayamamakla birlikte, biliyorduk.

Hem çok büyüğün hem de çok küçüğün içinde yapabileceğimiz araştırmaların bir sınırı vardı ve Planck ölçekleri de bize o sınırı söylüyordu.

Peki, laboratuvarda yapılan herhangi bir deneyle bu sınırlayıcı boyutlara, enerjilere ya da zamanlara erişildi mi?

Hayır. Hiç erişilmedi. Erişmek için fazla küçük, fazla enerjik ve fazla hızlılar. Bugün itibarıyla söz konusu sınırlar teorik. O da yetmezmiş gibi, aynı zamanda da pratikler çünkü onlara erişmek mümkün değil.

Neden mi?

Çünkü böyle bir süreç içinde ortaya Planck boyutunda minik bir karadelik çıkar. Geçen bölümün sonunda sözünü ettiğim Planck boyutunda bir karadelik. O karadeliğin ötesindeki gerçekliği araştırmak için içeriye daha fazla enerji, dalgaboyu giderek kısalan daha fazla ışık göndermekten başka bir seçenek olmaz. Çünkü amaç, enerjinin, ışığın bir şeylere çarparak geri gelmesi ve karadeliğin varlığını gözlerimize belli etmesidir. Ama böyle bir şey olmaz. Işık karadelik tarafından yutulur ve deliği daha da büyütmekten başka işe yaramaz. Bu da olsa olsa kuantum kütleçekim ölçeğini bizlerden daha da çok gizler. Diğer bir deyişle, modern bilgi birikimimize göre Planck ölçeğinin ötesinde yatanlar incelenemez.

O halde ne yapacağız?

Yine aklımızı çalıştırmayı deneyebiliriz.

Örneğin, şöyle bir önermede bulunabiliriz: Planck ölçeğinin hemen *öncesinde* kuantum kütleçekimin ya da yepyeni bir tür fiziğin devreye girmesini engelleyen hiçbir şey yoktur.

Teorik fizikçiler, modern parçacık hızlandırıcıların en iyileriyle ve gökte gözlemleyebildiklerimizin en verimli kullanımıyla, dev galaktik ölçeklerden başlayıp tüm kuantum alanların tek bir alanda birleştiği en küçük ölçeklere varana dek hemen her yerde

doğanın davranışını anlayabildiklerine inanıyorlar. Büyük birleşim ölçeğinde. Yukarıdaki önermeyi yerine getirmek için gerekli enerjiyse Planck enerjisinin yüzde 1'i kadar. Muazzam bir enerji, orası kesin. Yaklaşık 100 milyar kere milyar kere milyar dereceye karşılık geliyor. Ama yine de bu enerji, Planck sınırı *değil*.

Enerjiyle boyutun birbiriyle ilişkili olduğunu hatırlıyorsunuzdur; bir dalganın enerjisi ne kadar yüksekse birbiri ardına iki dalga tepesi arasındaki mesafe o kadar kısadır. Dolayısıyla Planck enerjisinin yüzde biri (%1) gerçekten de çok küçüğün dünyasında bir boyuta karşılık gelir. Planck uzunluğundan 100 kat büyük bir boyuta.

Bu da demektir ki en az 100 Planck uzunluğu ile Planck uzunluğunun kendisi arasında el değmemiş bir gerçeklik alanı vardır.*

Deneysel olarak orada neler olduğu konusunda hiçbir şey bilinmiyor.

Bir teorik fizikçi için böylesi deneysel bir boşluğun nasıl bir duygu olduğunu anlamak için gözlerinizin dünyayı sadece 1 metrelik çözünürlükle görmenize izin verdiğini düşünün. Normalde dünyayı öyle yüksek çözünürlükte görüyorsunuz ki insan saçından çok daha ince cisimleri seçebiliyorsunuz. Bu durumda bir metreden küçük hiçbir şeyi seçemezdiniz. Çevrenizi incelerken hiçbir yerde hiçbir ayrıntı göremezdiniz. Bebekleri bile göremezdiniz. Çocuklar ancak bir metreye eriştikleri anda gözünüze görünmeye başlardı...

Planck uzunluğunun 10 katından küçük bebekler olabilir demiyorum elbette ama doğanın orada neler sakladığını bilmediğimizi söylüyorum. Üstelik içinde yaşadığımız gerçekliğin kökü de çok küçüğün *içinde* bir yerlerde. Gerçekliği meydana getiren şeyin kendisi o zaten. *Bizi* meydana getiren şey. Bu ölçekler şimdiye dek hiçbir deneyle araştırılmadığı için de uzay ve zamanın Planck ölçeği *öncesinde* bir yerlerde, alışkın olduğumuzdan

* Haziran 2015'te, Cenevre yakınındaki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı isimli parçacık çarpıştırıcısında erişilen enerjiyle önceki tüm rekorlar kırıldı ve söz konusu bilinmeyen hemen hemen yarıya indirildi. Ancak olası rekorları duymak için bir iki yıl daha beklememiz gerekiyor.

farklılık göstermeye başlaması gayet mümkün. Üstelik bu yüzden kütleçekim ile madde ve ışığın doğası da yine oralarda değişmeye başlıyor olabilir. Hatta keskin bir şekilde...

Örneğin, hepsinin birleşip tek bir şeye dönüşüyor olması mümkün.

Kitabın bu noktasına dek büyük oranda bildiğimiz şeyleri gördünüz.

Ardından bilinenlerden doğan problemleri gördünüz.

Şimdi çok daha öteye gitmek üzeresiniz.

Üstelik içinde gezinebilmeniz için göreceklerinizin tümünün gerçek olduğunu farz edeceğiz. Ama siz bunun tam anlamıyla teori olduğunu aklınızdan çıkarmayın.

Yine de bilin ki zamanımızın en parlak insanlarından bazıları, bu tabloyu ortaya çıkarabilmek için onlarca yıl çalıştı.

5 | *Sicim Teorisi*

Robot yoldaşınızın siluetini tuhaf mavi bir elektrik bulutu kaplıyor. Elektronik devrelerinden dışarıya doğru içsel bir uyarılma yayılıyor sanki. Birlikte uzayda, etrafınız uzak gökadalarla çevrili, kaçtığınız karadeliğin tamamen yok olduğu noktanın yakınına doğru süzülüyorsunuz.

Şimdiye dek görülebilecek her şeyi gördünüz.

Çok hızlı bir düzlemde uçtunuz.

Kuantum alanların vakum dalgalanmalarını gördünüz ve madde ve ışıkla tanışıklığınız arttı.

Yıldızların patlayarak yeni dünyalar, beyaz cüceler ve karadelikler oluşturduğunu, o karadeliklerin buharlaştığını ve bu eylemle henüz bilinmeyen bir kuantum kütleçekim teorisinin varlığına işaret ettiğini gördünüz.

"Şimdi sıra daha da öteye gitmekte," diyor robot.

Der demez de ikiniz birden küçülmeye başlıyorsunuz.

Parçacıkların yanınızdan uçup gittiğini görüyorsunuz. Işıklar çakıp geçiyor. Bilinen tüm alanların vakum dalgalanmalarını görüyorsunuz. Ve küçülmeye devam ediyorsunuz. Mini-siz boyutlarınızın da ötesindesiniz. İnsan saçı kalınlığına erişmeleri için etrafınızdakileri milyar kere milyar kere milyar defa büyütmeniz gerekir. İlk başta bir şey görmüyorsunuz. Ama sonra görüyorsunuz.

Karşınızda bir şey var. Bir sicim. Hiçbir şeyden meydana gelmemiş. Uzay ve zamandan bile. Hatta bu kıpırdaşan cismi seyrederken, onun uzay ve zaman kavramlarının yerini aldığı hissine bile kapılıyorsunuz.

Henüz Planck ölçeğine erişmediniz ve erişemeyeceksiniz. İçine girmekte olduğunuz teorik dünyada Planck ölçeği, sandığınızın aksine, mevcut değil. Ama bu, şu ana dek gördüklerinizin

yanlış olduğu anlamına da gelmiyor. Sadece kullandığınız kavramların hiçbirine burada güvenilemeyeceği anlamına geliyor. Kuantum kavramlar hariç. Ancak parçacıklara değil, sicimlere uyarlanmış haliyle.

Şu an gözlerinizin önünde kırpışan şey, evrenin en temel elementlerinden biri olabilir: Bir *kuantum sicimi*.

Onun varlığından yola çıkılarak, kütleçekim de dahil, şimdiye dek gördüğünüz her şey açıklanabilir. Evrenimizin tamamının varlığı bile.

Karşınızdaki kuantum sicim titreşiyor. Kuantumsal olarak. Kenarlarını tam seçemeseniz de var olduğunu söyleyebilirsiniz. Gerçi sicimin her şeyi çok ama çok hızlı hareket ediyor...

Neşeli bir enerjiyle titreşen bu hali öyle güzel ki çekimine kapıldığınızı hissediyorsunuz. Kendinize engel olamadan ileri doğru uzanıyor ve kendi kendine zaten kıpırdaştığı halde sicimi gitar teliymiş gibi çekiyorsunuz.

Sicim hiçbir şeyden yapılmadığı halde siz müzikal bir çalgıdaki armonikler (doğuşkanlar) gibi üst üste yığılı bir sürü titreşim görüyorsunuz. Gerçek bir gitarda en büyük duran dalga, ana notayı verir. Diğerleri daha yüksek armonikleri (doğuşkanları) verir. Burada sicime (tele) bakarken titreşen gitar telinin bulanık görüntüsünü görür gibi oluyorsunuz... Aradaki fark, telin kendisinin olmaması. Hiçbir şeyden yapılmamış bir sicim, temel bir sicim diyelim isterseniz, kıpırdaşabiliyor. Dilde bir terimin başına "kuantum" geldiğinde bunun, hiçbir şeyin göründüğü gibi olmadığına işaret ettiğini hatırlıyor musunuz? Burada da yine "kuantum siciminin" sicimle (telle) ilgisi yok. Buradaki ilk titreşim bir notayı değil, ışığı doğuruyor. Işığın bir parçacığını. Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısını.

Şimdiye dek karşılaştığınız tüm kuantum parçacıklar, vücudunuzu ve evrendeki tüm maddeleri meydana getiren parçacıklar, aslında bu tür açık sicimlerin titreşimi olabilir...

Sağ tarafta bir şey dikkatinizi çekiyor. Minikten de minik kafanızı çevirdiğinizde, başka bir sicim görüyorsunuz, farklı bir sicim. Bu

defaki gitar teli gibi değil, kapalı bir ilmek gibi. O da titreşiyor. Tabii yine kuantumsal anlamda. Üstelik ilk uyarımı artık ışığa karşılık gelmiyor, bir gravitona karşılık geliyor. Yani bir kütleçekim kuvvet taşıyıcısına. Kuantumlaşmış kütleçekim bu. Gördüğünüz ilmek, bu kapalı sicim, başlı başına size bir kuantum kütleçekim teorisi içinde gezindiğinizi söylüyor. Bu tür kapalı bir sicimi, aklınıza gelen herhangi bir yere koyun, titreşimleri kütleçekimle birebir aynı etkiyi yaratacaktır. Üstelik etrafta dolanan bir sonsuzluk da görmüyorsunuz. Kuantum kütleçekimini bozan sonsuzluklar gitmiş. Geri dönmemek üzere. Çünkü siz, uzay ve zamanda bir şeylerin gerçekleştiği "yer" kavramını ortadan kaldırdınız. Pürüzsüz bir uzay-zamanın içinde noktamsı parçacıklar söz konusu olsaydı, birbirleriyle çarpışacakları belirli bir yeri düşünmek kolay olurdu. Ayrıca kuantum alan teorisi, özünde barındırdığı tuhaflığa karşın, yine de parçacıklar etkileşime girdiğinde, bunu uzay ve zamanın içinde belli bir konumda yaparlar, der. Ancak sicimler söz konusuyken bu artık geçerli değil. Sicimlerin dünyasında parçacıklar, sicim titreşimlerinin ***kendisidir***. Sicim titreşimleri *parçacıktır*. Uzunlukları ve zamanları boyunca. Yayılmışlardır. Etkileşime girdiklerinde bu ne belli bir yerde gerçekleşir ne de belli bir zamanda. Baştan sona sicim boyunca gerçekleşir. "Sonsuz" küçük diye bir şey yoktur artık. İşte önceden karşılaştığınız sonsuzlukları ortadan kaldıran da budur.

Bu ilmeğin, bu kapalı sicimin, içinde kütleçekim vardır, bu yüzden de kendisi kütleçekimdir. Açık sicimlerden de yayılan ışık vardır. Dolayısıyla birlikte ele alındıklarında kütleçekim ile elektromanyetizmayı birleştiren bir teoriye dönüşürler... Kuantum sicimleri bu yüzden de sadece bir kuantum kütleçekim teorisi değildir. Kuantum kütleçekim teorisi "sadece" kuantumsal yolla kütleçekimi ele alır. Diğer kuantum alanlara aldırış etmez. Burada gördüğünüz sicimlerse eder.

Peki, diğer alanlarla ilgili durum nedir?

Bu sicimler, Her Şeyin Teorisi olabilir mi? Kütleçekim ile bildiğimiz *tüm* kuantum alanları birleştiren teori bu mu?

Böyle olabilmesi için maddeyi de açıklamaları gerekir.

Madde nerede o halde? Etrafta hiç göremiyorsunuz. O zaman niye bu kadar özel bu sicimler? Var oluşlarındaki tuhaflık nerede? Teorisyenler niye bu kadar heyecanlı bu konuda?

Merak etmekte haklısınız elbet. Az önce gördüğünüz açık ve kapalı iki sicimle birlikte bu konuda şimdiden çok şey söylemeniz mümkün olsa da çok şey demek, her şey demek değil.

"Haydi, devam," diyor robot ve birlikte daha da küçülmeye başlıyorsunuz.

Açık sicim şimdi size kıyasla bir dev gibi. Onu yakından incelerken, ilk bakışta göremediğiniz şeyleri fark ediyorsunuz. Az sonra yapacağınız şeyi, maddeden meydana gelen hiçbir insan asla yapamayacak. Ama şu an siz yapabiliyorsunuz. Yine de unutmayın: Bilinenin ötesine geçebilmek için daima bir şeylerden vazgeçmek gerekir. Burada vazgeçmeniz gereken şeyse evreninizin özel bir evren olduğu düşüncesi. Bugüne dek eşsiz olduğunu düşündüğünüz bir evren... Oysa değil.

Newton'dan Einstein'a geçiş yapabilmek için evrenin statik olduğu, geçmişten bu yana aynı olduğu, kütleçekimin de bir kuvvet olduğu fikrinden vazgeçmeniz gerekti. Üçü uzay ve biri zaman olmak üzere, birlikte dört boyutlu uzay-zamanı kabul etmeniz gerekti. Bu dört boyut tek bir varlık şeklinde birbirine dolanmıştı ve o varlık da madde ve enerjinin etrafında kendisini deforme ediyordu. Newton'dan kuantum fiziğine geçiş yapmak için, parçacıkların noktaması olduğu fikrinden vazgeçmek zorunda kaldınız. Dalgaları, alanları, belirsizliği ve farklı geçmişleri kabullenmeniz gerekti. Şimdi de kütleçekim ve kuantum alan teorisinden sicimlere geçebilmek için temel nitelikteki her şeyi, açık ve kapalı sicimler teorisine dönüştürmeniz gerekiyor.

Bu kadarla kalsa kolaydı. Ama burada vazgeçmeniz gereken fikir, gerçekliğin sadece dört boyuttan meydana geldiği. Sicimler dört boyutlu uzay-zamanda yaşayamaz. Daha fazla alana gereksinim duyarlar. Onlar, on boyutlu bir evrende yaşar.

Robotla birlikte sicime yaklaştıkça, evrenimiz sınırları dahilinde olduğunu düşündüğünüz her bir noktanın üstünde,

kendine ait bir dünya oluşturan altı yeni uzay boyutunun olduğunu görüyorsunuz. İşte bizi meydana getiren maddenin tümünün, bu ekstra boyutlardan geldiği varsayılıyor.

Bırakın on boyutu, dört boyutu hayalinizde canlandırmakta zorlanıyorsanız, dert etmeyin. Tek bilmeniz gereken, söz konusu fazladan altı boyutun, bildiğimiz üç boyutlu dünyanın, sağ-sol, yukarı-aşağı, ön-arka gibi yönlerinden farklı yönlere doğru yayıldığı ve gerçek hayatta varlıklarını hissedemeyeceğiniz ya da içinde gezinemeyeceğiniz kadar küçük oldukları. Ama robotla birlikte şu an o kadar küçüldünüz ki siz gezinebiliyorsunuz.

Peki, neye benziyorlar?

Tarifi pek mümkün değil. O kadar çoklar ki! İç içe geçerek ekstra boyut örmenin ve bir sicim elde etmenin öyle çok olası yolu var ki... Bu ekstra boyutları kendi etrafına dolamanın, her bir dolamayla birlikte gerçeklik için farklı bir zemin elde etmenin öyle çok yolu var ki... Teorik fizikçiler kaç olasılık olabileceğini tahmin ettiler ve ulaştıkları rakam yaklaşık şu oldu: 100.000 .000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.0 00.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.00 0.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000. 000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.0 00.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.00 0.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000. 000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.0 00.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.00 0.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000. 000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.0 00.000.000.000.000.000.000.000.000.000. Bunların hepsi de bir evreni, mutlaka bizimki gibi olması gerekmeyen bir evreni ortaya çıkaracak potansiyele sahip.

Muazzam sayıda olasılıktan söz ediyoruz burada. 1'in yanında 500 tane sıfır. Sizin ve benim içine doğduğumuz evren aslında bunlardan sadece biri olabilir. Ya da birçoğu bizimkine benziyor olabilir. Henüz bilen yok. Belki de bir aşamada, yeni öğrendiğiniz şu sonsuz şişme tarafından yaratılan baloncukların içinde,

bu olasılıkların tamamı var oluyordur ama içlerinden yalnızca birkaçı doğa yasalarının bildiğimiz türden yaşamla bağdaştığı bir evreni yaratabiliyordur. Sizin ortaya çıkabilmeniz, sizin bir insan olarak var olabilmeniz için, belli bazı ekstra-boyutlu şekiller dizisinin seçilmiş olması gerekir yoksa doğa yasaları varlığınıza izin vermezdi. Bu seçilim nasıl gerçekleşti? Onu da bilen yok. Tek bildiğimiz, sizin burada, evrenimiz içinde olabilmeniz için onların seçilmiş olmasının *gerektiği*. Bu tür bir seçilim savına *antropik ilke* denir. Antropik ilkeye göre bizim burada olabilmemiz için ekstra boyutların alabileceği akıl almaz sayıdaki olası form içinde sadece insanın varlığıyla bağdaşanların dikkate alınması gerekir. Aksi takdirde burada olup onlar hakkında konuşuyor olamazdık. Hoş fikir. Daha da güzelleşiyor. Söz konusu ekstra boyutların hepsinin minicik olması yerine, bir ya da daha fazlası devasa olabilir.

"Gel benimle," diyor robot, parçacık fırlatma tüpüyle peşinden gelmenizi işaret ederek. "Bunu bir daha göremeyebiliriz."

Ardından akıl almaz bir şey oluyor.

Kendinizi bildiniz bileli evrene, evrenin dışından bakılamayacağı öğretilmişti size. Kıyısından, sınırlarından söz etmenin anlamsız olduğu... Evren tanım itibarıyla var olan şeylerin tümünü oluşturduğundan, yukarıdan ya da aşağıdan nasıl göründüğünü hayal etmeye çalışmak bile anlamsızdı. Oysa robot ne yukarı ne aşağı ne sol ne sağ ne ileri ne de geri denebilecek bir yönde ilerleyerek, sizi şimdi onun dışına çıkarıyor. Anlaşılan evrenin kıyısı diye bir şey varmış. Ama bu, her zamanki duyularınızın algılayabildiği boyutlar içinde değilmiş.

Evet, dışına çıktınız.

Her şeyi görüyorsunuz.

Evreninizin tamamını.

Hem de başka bir boyuttan bakarak. Ayrıca titreşimleriyle ışığı doğuran açık sicimlerin, hani şu ayakkabı bağı gibi olanların, şimdi birbirinden farklı şekillerde titreştiğini görüyorsunuz. Titreşme şekilleriyse içine doğru genişledikleri gizli boyutlara

bağlı olarak değişiyor. Bunun yanında, tüm bu açık sicimlerin uçlarının, geride bıraktığınız evreninize yapışmış olduğunu görüyorsunuz. Kapalı olanlar, yani halkalarsa kütleçekim çekim gibi titreşiyorlar ve onlar dışarıda gezinmekte, evreni terk etmekte özgürler...

Neden sonra arkanızda bir şey olduğunu fark ediyor ve dönüyorsunuz. Birden nefesiniz kesiliyor.

Başka bir evren var burada.

Sizinkine, evrenimize, paralel bir evren. Ayrıca şu kapalı sicimlerin, bir evrenden diğerine geçebildiğini görüyorsunuz. Demek ki bu evrenler, kütleçekim üzerinden birbiriyle haberleşebiliyor. İşte bunlar da dördüncü türdeki paralel evrenler ve dördü içinde en etkileyici olanları. Bunlara *bran* deniyor, membran'ın* bran'ı gibi ama başında "mem" yok. Böyle denmesinin amacıysa birer tabakadan, iki boyuttan çok daha fazlası olduklarını göstermek. Şu an gördüğünüz de o tür branlardan biri işte; bir başka evren. Ama başka birçokları da olabilir. Üstelik onlar da çok farklı boyutlardan olabilir. Bu evrenleri inceleyen matematiksel fizikçiler, etkileşim biçimlerini değiştirdiğinde, evrenlerin hepsi birbirine dönüşebilir ve sicimlerin kendileri gibi davranabilir. Yani ya birbirinden ayrı varlıklar olurlar ya da hepsi aynı gerçekliğin farklı yönlerini oluşturur. Aynı gerçekliğe farklı bakış açıları gibi. Hatta bunların tümü, daha da büyük bir gerçekliğin bir yönü olabilir. Bu durumda "gerçeklik" artık ne anlama geliyorsa... Arjantinli parlak teorik fizikçi Juan Maldacena'nın öncülük ettiği bazı bilim insanları daha da ileri giderek tüm bunların kütleçekimini işe katmadan da anlaşılabileceğini gösterdiler. Sanki buradaki her bir evren, bir yerlerdeki sınırlarda gerçekleşen şeyle tanımlanabiliyordu...

Gerçeği yavaş yavaş özümsemeye başlıyorsunuz. Evrenin dışındasınız.

Etrafta, her yerde, farklı boyutlardan, başka evrenler var. Bu evrenlerin içinde ve çevresinde minicik boyutlar mevcut.

* Hücre zarı. (*ç.n.*)

Sicimler kendilerini bu minik boyutların üstüne dolamış, onları titreştirerek, branlarını, evrenlerini, yani sizin evreninizi, terk etmeye izni olmayan madde ve ışığa dönüşmelerine neden oluyorlar. Bunların uçları, sizin yaşadığınız boyutlar içerisinde özgür ama oradan dışarı çıkmalarına izin yok.

Bulunduğunuz yerden, kapalı sicim halkalarının bir brandan diğerine gidişini izlerken, evreninizden bir miktar enerjinin dışarı çıkabileceğini kavrıyorsunuz. Hatta bükülmüş uzay-zamandan oluşan tüp gibi bir şeyle, birbirine yakın branları birbirine bağlayan karadeliğe benzer şeyleri görüyorsunuz. Her branın kütleçekimi yakındakileri etkiliyor ve siz birdenbire acaba şu diğer branlarda da yaşayan birileri olabilir mi, diye düşünüyorsunuz... Karadelikler sizin dünyanızla onlarınki arasında bir geçit olabilir mi? Erişemediğiniz tekillik başka bir gerçekliğe açılıyor olabilir mi? Bizim branımızın, bizim uzay-zamanımızın doğumuyla acaba daha önceden var olan başka branlarla çarpışmalar arasında bir ilintili olabilir mi? Karanlık madde, karanlık enerji, branların varlığıyla açıklanabilir mi?

Bakışlarınızı yeniden geride bıraktığınız evrene çevirdiğinizde, birdenbire zamanın akışına bir şey olmuş gibi hissediyorsunuz ve sizin evreninizin, sizin branınızın içinde, yepyeni şişen evren baloncuklarının belirmeye başladığını fark ediyorsunuz. Eskiden sizin dünyanız olan yerde, göle damlayan yağ damlaları gibi yayılıyorlar.

"Geri dönmeliyiz!" diye haykırıyorsunuz.

Ama yalnızsınız.

Robot artık görünürlerde yok.

Geldiğiniz bran olduğunu umarak, yanı başınızdaki branın içine giriveriyorsunuz.

Ve büyümeye başlıyorsunuz.

Diğer branlar yeniden görünmez oluyor ve belki de gerçekliğinizi oluşturan sicimler, uzaklarda gözden kayboluyor.

Etrafınızda şimdi kuarklar ve gluonlar var. Şimdi protonlar, ardından elektronlar ve atomlar. Moleküller. Toprak. Kum. Deniz.

Gözlerinizi açıyorsunuz.

Issız kumsalınızdasınız.

Tamı tamına yolculuğunuza başladığınız yerde.

Yıldızlar ışıldıyor.

Tatlı bir esinti egzotik çiçeklerin kokusunu getiriyor.

Arkadaşlarınız etrafınızda.

Gülümsüyorlar.

"Uyandı!" diyor, içlerinden biri. "Bir içki koyun hemen!"

Aklınız karışmış halde, doğruluyorsunuz.

İçkiniz geliyor.

Kendinizi çimdikliyorsunuz. Canınız yanıyor.

İçkiden bir yudum alıyorsunuz.

Denize, ağaçlara, yıldızlara bakıyorsunuz.

Şekiller.

Şekiller beliriyor karanlık gökyüzünde. Yüzler.

Newton. Maxwell. Einstein. Planck. Schrödinger. Dirac. Feynman. Hawking. 't Hooft. Weinberg. Maldacena. Witten.

Ve daha niceleri.

Hepsi gülümsüyor. Hepsi size bakıyor.

Konuşmak istiyorsunuz ama onlar arkalarını dönerek, uzayın ihtişamını seyretmeye koyuluyorlar.

Derken hepsi yıldızların arasında kaybolup gidiyor.

Ardından yıldızlar da kayboluyor, deniz de.

Gözlerinizi kırpıştırıyorsunuz.

Evinize dönmüşsünüz, kanepenizdesiniz.

Pencereniz açık.

Doğruluyorsunuz. Etrafa bakınıyorsunuz.

Kahveniz hâlâ orada, masanın üstünde.

Kendinizi yine çimdikliyorsunuz. Hâlâ canınız yanıyor.

Zihninizi uyandırmak için kahveden bir yudum alıyorsunuz.

Kahve ve salonunuz bir denge sıcaklığına erişmiş.

Soğuk kahveyi tükürüyorsunuz.

"İyiyim ben... İyiyim," diyorsunuz, yüksek sesle ama yine de emin olmak için halanızı aramak üzere telefona uzanıyorsunuz.

Sonra yine gözlerinizi kırpıştırıyorsunuz.

Sonsöz

Tarih boyunca filozoflar –ve şimdi de teorik fizikçiler– dünyayı zihinlerinde canlandırmaya çalıştılar. Yasalarının, doğanın yasalarının, varlığı hepimize aşikâr (ama dili uzun süre bizden saklı kalan) yasaların sırrını çözebilmek için kendilerini, fiziksel ve deneysel anlamda mümkün olmayan durumlarda hayal ettiler. Bu tür deneylere *gedanken deneyleri* dendi. Saf düşünce deneyleri.

Kitap boyunca deneyimlediklerinizde işte bu tür *gedanken* deneyleriydi. Onlar sayesinde sadece düşüncelerinizde, bugün bilinen şekliyle evrene ve ötesine yolculuk yaptınız.

Schrödinger gündelik, makroskobik olaylarla ilişkilendirildiklerinde kuantum kurallarının ne denli tuhaf görüneceğini göstermek için böyle bir işlemden yararlanmıştı. Sonunda ortaya, ölü ya da diri değil, hem ölü *hem de* diri bir kedi çıktı. Tuhaf şeyler gerçekten ama artık doğruluğu kanıtlanmıştı.

Einstein da *gedanken* deneylerinden fazlasıyla yararlandı. Işık hızı, sabit bir hız limiti olsa gerçekliğin nasıl görüneceğini hayal etti. Bunun için bir fotonun üstüne bindi. Zihninde dünyaya oradan bakarak, özel görelilik teorisini geliştirdi. Bu teori ise bizlere, kitapta bindiğiniz kadar hızlı bir uçağın, gerçekten de 400 yıl geleceğe gideceğini söyledi. Bunun doğruluğu da yine kanıtlandı. Einstein durmadı ve bize kütleçekimin ne anlama geldiğini anlattı. Bu sayede ondan yüz yıl sonra bile gerçekleşecek, akıl almaz keşiflerin önü açıldı.

Türümüzün bugüne dek hayatta kalmasını sağlayan sağduyumuza dayalı olmasa da, "sezgimiz", yüz yılı aşkın bir süredir araştırmaların ardındaki motor güç oldu.

11 Şubat 2016'da, dünyanın dört bir yanından 1.000'i aşkın bilim insanının imzasını taşıyan bilimsel bir makaleyle, insanlığın,

evrenimizin geçmişi ve bugününe bakma becerisinde artık yepyeni bir çağa girdiği ilan edildi.

Tarihte ilk defa, evrenimizin dokusunda yayılan dalgalar tespit edilmişti. Einstein onları 1916'da tahmin etmişti ve varlıklarına dair dolaylı kanıtlar 1974'te, ABD'li fizikçi Russell Hulse ve Joseph Taylor tarafından (ikisi bu başarıya karşılık 1993 Nobel Ödülü'nü aldı) bulunmuştu ama dalgaların kendileri elimizden sürekli kaçıyordu. Şimdiye kadar.

Einstein'ın yüz yıllık öngörüsü sayesinde şimdi uzaya bakmak için yeni bir aracımız oldu. Işığa değil, başka bir şeye tepki veren bir araç: Kütleçekim dalgalarına. Diğer bir deyişle, her şeyin içinden ışık hızıyla geçen, uzay ve zamandaki minicik bozulmalar. Dünya'nın da. Sizin de. Bu dalgalar geçerken zamanımızı, bizi, her şeyi, kıpırdatıyor. İnsanlık geçmişten bu yana onlara kördü. Ama artık değil.

Einstein elbette ki tek isim değil. Kumsalda uyandıktan hemen sonra yıldızlarda gördüğünüz tüm o yüzler, geçmiş ve bugünün devlerinin yüzleriydi. Hepsini saymam mümkün değil tabii, sayıları çok fazla ama dünyamızı daha anlaşılmış, daha engin kılmaya devam eden bir miras bıraktı bu insanlar. Türümüzün tarihini inşa ettiler. İçinde yaşadığımız gerçekliğe ilişkin bugüne dek bildiklerimizi sayfa sayfa yazdılar. Çoğunu halk tanınmıyor olsa da önemliler.

Yolculuğunuzun başlangıcını hatırladığınız şu anda, Dünya'yı Güneş'in gelecekteki patlamasından kurtarmanın yolunu keşfedemediğinizi fark edebilirsiniz. Hatta gezegenimizi ondan önce gerçekleşebilecek olası felaketlerden korumanın yolunu da bulamamış olabilirsiniz. Ama türümüzün bunu yapmasını, hayatta kalmasını sağlayacak şeyin ne olduğunu keşfettiniz. Beyinlerimiz. Zihinlerimiz. Hayal gücümüz. Bilim.

Bugünkü bilgi birikimimize göre evrenin bir ucundan diğerine insan ömrü, hatta bin insan ömrü süresinde bile gitmemiz imkânsız. Bunu sadece zihninizde yapabilirsiniz. Ancak daha

birkaç kuşak önce Avrupa'dan Avustralya'ya gitmek aylar sürüyordu. Şimdiyse birkaç saatlik bir uçuş yeterli. Yarının teknolojisi teorik çalışmalardan neler çıkaracak, bilemiyoruz. Genel görelilik günün birinde neleri yapmamızı sağlayacak, bilmiyoruz. Bugün, daha önce de sözünü ettiğim gibi, bize GPS'i verdi. Sadece GPS'i. Yarın belki uzay-zamanda kestirmeleri, birbirine uzak iki noktayı, aralarındaki uçsuz bucaksız alanı geçmek zorunda kalmadan birleştiren *solucan deliklerini* bulmamıza yardımcı olur... Ayrıca uzayda sayısız başka gezegen olduğunu da gördünüz; günün birinde bizi ağırlayabilecek dünyalar...

Bizler şimdiye dek bulutların ötesine, Ay'a gidebilmeyi başardık ve Güneş sisteminin sınırına robotlar gönderdik. Bu sınırın ötesindeki bilinen –ve bilinmeyen– her şeyi gördü insanlık, seyahat etmese de, bir dizi *gedanken* deneyi sayesinde; siz de bizzat incelediniz. Bu zihinsel yolculuklar sayesinde yirmi birinci yüzyıl başı teorik fizikçilerin bilgisinin tümünü bir araya getirdiniz.

Yolculukta öğrendiklerinizden bazıları yanlış çıkabilir. Karanlık madde, karanlık enerji, kozmik şişme, paralel dünyalar ya da gerçeklikler ve sicimler... Bunların hepsi nihayetinde terk edilebilecek fikirler. Ama yine de zamanımızın en güçlü fikirleri. İnsanlığın günümüzde evrenimizden çıkarmaya çalıştığı anlamlara karşılık geliyorlar. Birkaç yüzyıllık süre içinde bunların tümü çöpe atılabilir veya kabul edilebilir. Bilmiyoruz. Ancak bugün hayatta olmak, keyfini çıkarabileceğimiz bu olağanüstü fikirlerle çevrili olmayı da beraberinde getiriyor. Dolayısıyla sizi, tüm bunları kendi kendinize düşünmeye terk etmeden önce, gördüklerinizin kısa bir özetini ve birazcık da fazlasını vermek istiyorum.

Bildiğiniz gibi Newton en üstün doğa teorisini üretemedi. Hani, bir süre önce ima ettiğim, sicim teorisinin de taliplerinden birini oluşturduğu, şu elimizden kaçıp duran Her Şeyin Teorisi'ni... Newton'ın teorisi, bırakın uzay-zamanın genişlemesini, Merkür'ün garip yörüngesini bile açıklayamıyordu. Dolayısıyla teori bir anlamda yanlıştı. Ama yine de müthişti. Hatta mükemmel bile denebilir çünkü nerelerde işlediğini ve nerede, neden

çöktüğünü biliyoruz. Onu (kabaca) insan beynimizle kavrayabileceğimiz ölçeklerde kullanabiliyoruz. Yani, çok küçük ile çok büyüğün arasında bir yerlerde, çok yüksek olmayan hızlarda, söz konusu enerjiler çok yoğun olmadığında... Deneyimlediğimiz, evrim sayesinde duyularımız tarafından algılayabildiğimiz dünya, Newton teorisinin geçerli sınırları dahilinde yer alıyor. Sağduyumuzun kökleri orada yatıyor.

Ancak daha ötelerde yatan şeyler de var. Çok hızlıda, çok küçükte, çok büyük ya da çok enerjikte yatan şeyler... Bu öteler söz konusu olduğunda Newton yasaları işe yaramıyor, duyularımız da çare olmuyor. Ama insanlık yine de hayret verici biçimde, göremediğimiz yerlerde geçerli doğa yasalarının sırlarını çözmeyi başarıyor. Kuantum alan teorileri çok küçüğe uygulanıyor; çok büyükte ve enerji açısından çok yoğundaysa genel görelilik işi devralıyor.* Bu ikisinin arasında ise Newton kral. Newton'ın işlemediği yerde, gerçekliğimizin sınırlarında, yeni ve gizemli gerçekliklerin varlığına işaret eden yeni ve tuhaf fenomenler saptanmaya ve beklenmeye başlanıyor.

Kuantum alan teorileri ve genel görelilik, gözlerimizi ve zihnimizi atalarımız tarafından hayal edilmemiş enginlikte bir evrene açsa bile, bu teorilerin de sınırları var. Ancak Newton'ın teorilerinin aksine, bu defa ötede neler yattığını kimse bilmiyor. Siz kitabın başından sonuna işte bu olağanüstü başarılı teorilerin içinde yolculuk yaptınız. Son bölümdeyse daha ötelere çekingen, denemelik bir adım attınız. Temel bileşenleri sicimler ve branlardan oluşan, çoklu gerçekliklerden ve olasılıklardan, bizim olmayan evrenlerdeki tuhaf yasaların önünü açan kuantum vakumlarından meydana gelen bir evrene girdiniz.

Einstein'ın vizyonunun olağanüstü yanı, kütleçekimin Newton'ın düşündüğü şey olmadığını göstermesiydi. Kütleçekimin, bükülmeler ve eğimlerden kaynaklandığını göstermesi... Kütleçekim, madde ve enerji... Bunların tümü de birbiriyle son

* Çok hızlı ise her ikisine de aittir.

derece doğrudan bağlantılıydı. Evrenimizin uzay-zaman denen bir dokusu vardı ve dokunun içindekiler, orada yer alan şeyler, dokuda bükülme ve şekiller yaratıyordu. Bu bükülmelerin yakın cisimler ve ışık üstündeki etkisi ise kütleçekim dediğimiz, deneyimlediğimiz şeyin kendisiydi. İşte genel görelilik teorisi buydu. Teori şimdi yüz yaşında. Evrenin bir yıldız etrafındaki yerel şeklini anlamak, yıldız kütleçekiminin çevreye etkisini kavramak için artık yıldızın içerdiği enerjiyi bilmemiz yeterli. Alman fizikçi Karl Schwarzschild'den başlayarak, pek çok bilim insanı bu hesabı yaptı.

1915'te, Einstein'ın teorisini yayınladığı yılda, teorinin anlamını dünyada sadece birkaç kişinin anlayabildiği bir zamanda, Schwarzschild uzay-zamanın bir yıldızın etrafındaki geometrisini tamı tamına çözdü. Schwarzschild o sırada kırk üç yaşındaydı ve bu zorlu işi Büyük Savaş'ta, Rus cephesinde savaşırken gerçekleştirmişti. Birkaç ay sonra cephede kaptığı bir hastalıktan öldü. Savaşlar insanlığı, Schwarzschild gibi, dünyayı daha iyi ve daha hızlı anlamamızı sağlayabilecek birçok kişiden mahrum etti.

Ancak Schwarzschild'in çalışmalarını takiben cisimlerin ve ışığın bir yıldız etrafında nasıl hareket ettiğini tahmin etmemiz mümkün oldu. Böylece Merkür'ün yörüngesi ortaya çıktı ve ışığın kendisinin Güneş tarafından saptırılması gerektiği anlaşıldı. 1919'da, Britanyalı gökbilimci Sir Arthur Eddington'ın öncülük ettiği bir keşif ekibi (önceden fark edilmeyen) bu tür bir sapmayı belirledi. O yılki Güneş tutulması sırasında çekilen fotoğraflar, Güneş'e yakın yıldızların olmaları gereken yerde olmadıklarını ortaya koydu. Aksine, Güneş'in uzay-zaman üstündeki etkisiyle saptırıldıktan sonra, tamamen Einstein teorisinin öngördüğü yerdeydiler. Kütleçekim uzay-zamanın bir bükülmesi olduğundan, ışığın kendisi de kütleçekime tabiydi.

Schwarzschild'in ölümünden kısa süre sonra aynı mekanizma daha da büyük cisimlere, gökadalara uyarlandı ve tuhaf kozmik serapların, uzak evrenin ortasında süzülen ışık yaylarının varlığı ortaya çıktı. Bunlar ışıkları bize gelene dek sapmaya uğrayan,

daha da uzak gökadaların görüntüsüydü. Aynı mantıkla gökadalar kozmik mercek işlevi görüyor, böylece arkalarını görmemizi, evrenin geçmişinin daha da ilerilerini, derinlerini görmemizi mümkün kılıyorlardı. Bu tür mercek ve seraplar Einstein'ın 1979'da yayımlanan çalışmasından altmış yılı aşkın bir süre sonra saptandı. Şimdi teleskoplarımızla çekilen hemen her derin uzay görüntüsünde onları görebiliyoruz. Yine onlar sayesinde, Einstein'ın kütleçekime getirdiği geometrik yorumun sadece Güneş yakınlarında değil, uzayın her yerinde işlediğini görüyoruz.

Benim, sizin ve her şeyin etrafı, bize şimdi, tam şu anda, geçmişten ulaşan bilgiyle çevrili. Bizler görünür evrenimizin merkezinde oturuyoruz ve karadeliklerin içindekiler hariç, bu gerçekliğin içindeki her şey, Einstein'ın yasalarına riayet ediyor. Aynı şey, madde ve ışık anlayışımız için de geçerli. Görünür evrenin tamamı, kozmik yakın bölgemize hükmeden yasaların aynısıyla yönetiliyor. Bizi meydana getiren madde, tenimizden yansıyan ışık, bunların hepsi görünür evrenimizin her yerinde aynı kuantum yasalarına riayet ediyor.

Uzakların yasalarını, yakının yasalarıyla ilişkilendirmek, evrenimizin bir geçmişi olduğunu, geçmişinde bir Büyük Patlama gerçekleştiğini, ışığı kullanarak yıldızlardan kozmik geçmiş çağların okunabileceğini keşfetmemizi sağladı. Ta ışığın artık hareket etmediği bir noktaya dek. İşte o ana, evrenimizin geçmişinde uzay-zamanın ışığın özgürce hareketine yetecek kadar genişlediği yere, son saçılma yüzeyi adını verdik. Onun yok olduğu zamanda evrenin sıcaklığı 5.400°F idi (2.982°C). Bundan önce evrenin tümü opaktı (ışık geçirmez). Sonrasında ışık geçirir hale geldi. O zaman yayılan sıcaklıktan bugün geriye kalansa kozmik mikrodalga arkaplanı dediğimiz şey. Bu arkaplanda eskiden var olanın izleri yer alıyor.

O geçmişin ötesini görmek için gökyüzüne baktığımızda, bir zamanlar var olanlar konusunda şimdiye dek sadece dolaylı çıkarsamalara ulaşabildik. Günün birinde yeni gözlerimizi, kütleçekim dalga dedektörlerini kullanarak, daha da uzaklardan

sinyal alabiliriz ama henüz o noktaya gelmiş değiliz. O gün gelene dek, neler olup bittiğini anlayabilmek için evrenimizin bebeklik döneminde içine sıkıştığı olağanüstü küçük hacmin her yerine hâkim olan koşulları yeniden yaratmak zorundayız.

Parçacık hızlandırıcılar 1970'lerden beri işte tam da bu işi yapıyor. Üstelik parçacık ve ışık dünyasını incelemede kullandığımız teoriler konusunda eşi görülmemiş bir özgüvene kavuşmamızı sağlıyorlar. Kuantum alan teorisyenleriyse bize, bildiğimiz şekliyle uzay-zamanın doğumu sayılan andan, saniyenin milyarda birinin, milyarda birinin milyarda biri zaman sonrasına dek, evrenimizin geçmişte ve bugün nelerden meydana geldiği konusunda kullanışlı bir tablo sunuyor. Bu doğumun varlığı, Einstein'ın genel görelilik teorisinin bir öngörüsüydü.

Yine 1970'lerden beri genel göreliliğin çökebildiğini, başarabildiklerinin sınırlı olduğunu biliyoruz. Teorinin tuzağa düştüğü noktalarda yeni bir teoriye ihtiyaç var: Kuantum kütleçekim teorisine ve fazlasına. O teorinin ne olduğunu ise henüz bilmiyoruz.* Ama bir şekilde var olduğunu biliyoruz. Karadelik buharlaşması tam da buna işaret ediyor.

Yolculuğunuzda iyice küçülerek, yeni teorinin nerede yatıyor olabileceğine baktığınızda, bambaşka bir gerçekliğe geçiş yapmıştınız. Sicimlerden, branlardan ve başka boyutlardan meydana gelen bir gerçekliğe... Bu da –şimdilik deneysel olarak test edilebilecek öngörüleri olmasa da– kuantum kütleçekim teorisi, diğer deyişle Her Şeyin Teorisi için belki de en popüler aday olan sicim teorisine atılan bir adımdı.

Robotun size uzay, zaman ve ötesinde yaptığı rehberliğin sonuna erdiği yer, kimi zaman *M Teorisi* diye anılan, bu sicim ve branlar teorisinin diyarıydı. Çünkü burada insan tarafından icat edilen en güçlü bilgisayarların bile takip edemeyeceği bir yere girmiştiniz. Sadece insan zihninin erişebildiği bir yer... Orada nihayet içinde yaşadığınız dünyaya ilişkin öğrenmek istediğiniz ne varsa öğrenmekte özgürdünüz.

---

* Üstelik bir değil, daha fazlası da olabilir.

•

Gelecekteki teorik ve deneysel keşiflerin, günümüz bilgisinin de ötesine geçeceğine, bugün herhangi bir canlının hayal edemeyeceği kadar olağanüstü bir evrene yepyeni pencereler açılacağına şüphe yok. Genel görelilik ve kuantum alan teorileri o zaman Newton'ın teorisi gibi kusursuzlaşabilir çünkü çöktükleri yerde neyin çöktüğünü ve neyin işi devraldığını bileceğiz. Ancak şimdilik onlar da Newton'ınkiyle aynı anlamda yanlışlar.

Bu yanlışlar sayesinde bilinmeze göz atabiliyoruz.

Newton olmasa karşılaştıracak bir şey olmadığından, Merkür yörüngesindeki hafif kaymayı fark etmeyecektik bile.

Merkür'ün Newton tahminiyle uyuşmazlığı ve Newton'ın cisimler çok hızlı hareket ettiğinde neler olduğunu açıklamadaki yetersizliği olmasa Einstein'dan evrenin dokusunun, içeriğiyle etkileşimi konusundaki bilgiyi edinemeyecektik.

Einstein'ın denklemleri olmasa bizler de atalarımız gibi evrenimizin bir tarihi olduğu bilgisinden yoksun kalacaktık. Evrenin bir bütün olarak işleyişine ilişkin bir resim elde edemeyecektik. Bu resim olmasa siz kütleçekim dalgalarını ve karanlık maddeyi keşfedemeyecektiniz. Karanlık enerjiyi de.

Bir doğruyu bulmak, ilerleyebilmek için yanlışlar gerekir.

Gelelim yarına. Yeni aracımız, kütleçekim dalga dedektörü, neyi değiştirecek?

400 yıl önce İtalyan fizikçi ve filozof Galileo, henüz icat edilmiş teleskobunu göklere çevirdiğinde, gözlemsel gökbilimin babası olmuştu denebilir.

Galileo Jüpiter'in ayları olduğunu gördü. Dünya *olmayan* bir şeyin de etrafında dönen gök cisimleri olduğunu gördü.

Bu keşif, her şeyin gezegenimiz etrafında döndüğüne ve Dünya'nın evrenin merkezinde olduğuna dair bin yıllık (hatalı) bir anlayışı yerle bir ederek, beklenenden akıl almaz derecede büyük bir gerçekliğin bilimsel keşfine giden yolu açtı.

400 yıl sonra Galileo teleskobunun yerini, ışık temelli çeşitli aygıtların yanı sıra, Hubble uzay teleskobu, X-ışın teleskopları, mor ötesi ışık ve radyo dalga teleskopları aldı ve bunlar bize

kozmos hakkında, başlangıcımız hakkında, birçok sorunun yanıtını sunarak, nihayetinde evrenimizin sonsuzluktan beri var olmadığı fikrinin önünü açtılar.

Ne var ki ışık her şeyin içinden yayılmıyor. Tıpkı bir duvarın ardını göremediğimiz gibi, çoğu zaman ışığı kullanarak Samanyolu'nun ötesini ya da uzak bir gökadanın ardındakileri göremiyoruz. Çünkü tozlar ve yıldızlar, kimi zaman da diğer gökadalar ışığın yoluna çıkarak bizi gölgelerinde bırakıyorlar. Oysa kütleçekim dalgalarında durum böyle değil. Onlar gölge yaratmıyor. Karadeliğin arkasında kalanlar hariç. Dolayısıyla Galileo'nunkine benzer ölçüde bir düşünce devriminin eli kulağında olabilir. Artık kozmosu gözleyebileceğimiz yeni bir gözümüz var.

Kayda geçen ilk kütleçekim dalgası, iki karadelik birleşmesine işaret eden göstergeler oldu. Karadeliklerin değil birleşmek, birbiri etrafında dönebildiklerini bile bilmiyorduk. Bu bile tek başına Nobel Ödülü'nü hak eden bir keşifti.

Şüphesiz gelecek aylar ve yıllar içinde, belki de her yerde, çeşitli boyutlarda daha birçok karadelik bulacağız ve bu tuhaf kozmik canavarların hayatları hakkındaki teorilerimiz de nihayet teste tabi tutulabilecek. Doğumlarından ölümlerine. Karadeliklerin içi hâlâ deneysel erişimin ötesinde kalacak ama (içine giren kütleçekim dalgaları bile dışarı çıkamıyor) yüzeyi, ufku incelenebilecek. Eylül 2015'te yakalanan sinyal sayesinde şimdiden insanlığın, bazı karadelik özellikleri hakkında yanılmamış olduğunu görüyoruz ki bu da teorik karadeliklerin gerçekten de gerçeklerine karşılık geldiğine işaret ediyor. Yani boyutları ve şekilleri çok az parametreye bağlı: Kütlelerine, elektrik yüklerine ve kendi etraflarındaki dönüş şekillerine. Bu da karadeliklerin *saçı-yok teoremi* diye biliniyor. Teorem bundan 50 yıl kadar önce sıra dışı fizikçi John Archibald Wheeler tarafından ifade edildi (ve adlandırıldı). Wheeler'ın doktora tezlerine danışmanlık yaptığı kişiler arasında Richard Feynman, III. Hugh Everett ve... Bu dalgaları yakalayan LIGO dedektörünün kurucu babalarından Kip Thorne vardı.

Saçı-yok teoremi sayesinde karadelik çarpışmaları ve diğer uzay-zaman fırtınaları şüphesiz uzak mesafelerin tahmininde

bize yol gösterici birer mum ışığı görevi görecek ve şu ana dek sadece ışık kullanarak çıkarsadığımız şeyi, bağımsız bir yolla doğrulama fırsatını sunacak. Karanlık maddenin yapısı ve karanlık enerjinin varlığı henüz karara bağlanmış değil. Yakında ne olduklarını öğreneceğiz.

Şimdi, eğer *beklenmeyenler* konusunda merak içindeyseniz inanın ki ben de öyleyim! Acaba yeni boyutlara ilişkin kanıtlar görecek miyiz? Aklımıza hiç gelmemiş şeyler keşfedecek miyiz? Umalım öyle olsun. Kendimize kısa süre önce yeni bir göz yaptık ve o gözün ortaya çıkarabileceği en iyi şey de bizi çözülecek yepyeni gizemlerle besleyen beklenmedikler, tahmin edilmezler olabilir.

2017 yılı içinde üç kütleçekim dalga dedektörünün eşzamanlı çalışıyor olmaları gerekiyor: İkisi ABD'deki (LIGO) biri de İtalya'da (VIRGO). Şimdilik sadece kaynakları en fazla 1,5 milyar ışık yılı ötede olan kütleçekim dalgalarını saptayabiliyorlar. Bir yıl içinde bunun üç katına erişmiş olacaklar. Ama bir de LISA projesi var. LIGO ve VIRGO'dan çok daha güçlü, Avrupa Uzay Ajansı'nın uzayda konuşlanacak kütleçekimsel dalga anteni. LISA'nın yapımı yakında şüphesiz güzel bir hız kazanacak. Hayalim onun, son saçılma yüzeyinin de gerisinden, evrenimizin fırtınalı çocukluk döneminin ışık geçirmezliği içinden gelen dalgaları saptaması. Böylece (eğer gerçekse) –gelin iyimser davranalım– şişme dönemini, bundan hemen sonra doğan karadelikleri ve belli mi olur, belki de Büyük Patlama'nın kendisini "görebiliriz." Daha da iyisi, tamamen farklı bir şey görürüz: Yeni doğrular bulmamızı sağlayacak bazı yanlışlar...

Bundan sonra yıldızlara ve Ay'a bakarken, umarım şu evrenimizin ne kadar tuhaf ne kadar engin ve ne kadar güzel olduğunu hatırlarsınız. Nihayetinde, uzun vadede türümüzün hayatta kalmasına giden yol, gizli güzellikleri ve sırları ararken kolektif bilgi ve hayallerimizin zenginleşmesinden geçiyor.

Teşekkür

Kitap yazmak kolay iş değil. Pek akla gelmeyen ama bir o kadar doğru olan şey de şu: Kitap yazmak aynı zamanda bencil bir süreç.

Bunu yapmama izin verdiği, bu süreç boyunca bana yardım ettiği için Lauren'a, benim güzel, yıldız tozundan yapılma mucizeme sonsuz minnettarım.

Kitap yazmak iş ama yayımlamak apayrı bir iş. Bu konuda teşekkür edeceğim çok kişi var. Kronolojik sırayla:

Smart Quill Editorial'dan **Philippa Donovan'a**. Naçizane projemi ("Büyük Patlama öncesinden bugüne, evrenimizle ilgili bilinen her şey hakkında kolay okunabilir bir popüler bilim kitabı" yazmak) sessizce çöpe atmak yerine okuduğu ve gelmiş geçmiş en iyi ajansla beni tanıştırdığı için.

Greene & Heaton Literary Agency'den, gelmiş geçmiş en iyi ajans temsilcisi **Antony Topping'e**. Aynı zamanda da bir kitabın, yazarın bulmayı ümit edebileceği en iyi dost.

Bu kitabın kendisine ne çok şey borçlu olduğunu, tıpkı benim gibi bildiğini umduğum **Jon Butler'a**. Katkıları yaratıcı, ilham verici, kibar, isabetli ve her şeyden de öte anlayışlıydı. Tartışacak (umarım bolca bira eşliğinde) ve hâlâ sonuca bağlanmamış birkaç konumuz olduğu için memnunum.

Greene & Heaton Literary Agency'den **Kate Rizzo'ya**. Onun sayesinde bu kitap yakında dünyanın dört bir yanına gidecek. Hatta belki ötesine. Kendisi o kadar iyi.

Macmillan'daki herkese ince zekâları ve coşkuları için teşekkür ederim. **Robin Harvie**, **Nicholas Blake** ve **Will Atkins** olmasa *Evren Avucunda* asla bu kadar okunur olmazdı ve ben de asla ondan bu kadar gurur duyuyor olamazdım.

Bu kitabın bir kopyasını eski danışmanım **Stephen Hawking**'e vermeden önce metinde kalan hatalar olmadığından emin olmak zorundaydım ve değerli vakitlerini kitapta bilimle ilgili düzeltme okuması yapmaya ayıran cömert bilim insanı arkadaşlarıma teşekkür edebildiğim için sonsuz gururluyum: Cambridge Üniversitesi Teorik Fizik profesörü **David Tong**; Oxford Üniversitesi Matematiksel Fizik profesörü **James Sparks**; Case Western Reserve Üniversitesi Fizik öğretim görevlisi **Andrew Tolley**; Barcelona Üniversitesi, Evren Bilimi Enstitüsü, Ramon y Cajal Araştırmacısı **Cristiano Germani**. Hepinize minnettarım.

Yayımlanan kitaba herhangi bir hata sızabilmeyi başardıysa, elbette ki tek sorumlusu benim.

Stephen Hawking, bu kitabın bir kopyasını sana sunabildim. Bu fırsattan yararlanarak sana teşekkür edebilmenin ne büyük onur olduğunu belirtmek isterim: Sen bana şu güzel dünyamız hakkında nasıl düşünmem gerektiğini öğrettin. Senin gibi insanların varlığıyla daha da güzelleşen dünyamız...

Kaynakça

Evren Avucunda gibi bir kitap için içeriğin tam nereden geldiğini açıklamak zor. Teorileri keşfeden ben değilim ama yorumlayabilmek için elimden geleni yaptım.

Sanırım materyalin büyük bölümü lisansüstü eğitim kitaplarından ve Stephen Hawking'le ve diğer göz kamaştırıcı derecede parlak profesörlerle yaptığım tartışmalardan geliyor.

Ancak yine de bildiklerimin İngiltere, Cambridge Üniversitesi Uygulamalı Matematik ve Teorik Fizik Departmanı'ndayken (DAMTP) katıldığım dersler ve konuşmalardan veya ABD, Pasadena, California Teknoloji Enstitüsü (Caltech) ziyaretlerimden ya da her yıl Stephen ve onun diğer doktora öğrencileriyle (Thomas Hertog, James Sparks ve Oisín Mac Conamhna) bir ay geçirdiğim ABD, Santa Barbara, Kavli Teorik Fizik Enstitüsü'nden geldiğine de şüphe yok.

Kitabı yazarken arXiv'den okuduğum akademik makalelerin tamamını listelemem mümkün değil; sayıları çok fazla.

Ancak sıkça göz gezdirdiğim takdire değer bazı ders kitaplarının kısmi bir listesini aşağıda veriyorum. Uyarmalıyım ki bunlar okuması kolay popüler bilim kitapları değil. Ama harikalar ve burada onları belirtmek istiyorum çünkü benim için çok önemliydiler.

Gravitation, Charles W. Misner, Kip S. Thorne, John Archibald Wheeler (W. H. Freeman, 1973).

General Relativity, Robert M. Wald (University of Chicago Press, 1984).

The Large Scale Structure of Space-Time, Stephen W. Hawking ve George R. Ellis (Cambridge University Press, 1975).

Black Hole Physics, Valeri P. Frolov, Igor D. Novikov (Springer, 1998).
The Mathematical Theory of Black Holes, Subrahmanian Chandrasekhar (Oxford University Press, 1998).
An Introduction to Quantum Field Theory, Michael E. Peskin, Daniel V. Schroeder (Perseus Books, 1995).
Quantum Field Theory in a Nutshell, A. Zee (Princeton University Press, 2010).
Quantum Fields in Curved Space, N. D. Birrell ve P. C. W. Davies (Cambridge University Press, 1984).
The Quantum Theory of Fields, 1, 2 ve 3. cilt, Steven Weinberg (Cambridge University Press, 1995).
Superstring Theory, 1 ve 2. cilt, Michael B. Green, John H. Schwarz, Edward Witten (Cambridge University Press, 1987).
String Theory, 1 ve 2. cilt, Joseph Polchinsky (Cambridge University Press, 2000).
Quantum Gravity, Carlo Rovelli (Cambridge University Press, 2007).
Euclidean Quantum Gravity, editörler Stephen W. Hawking, Gary W. Gibbons (World Scientific, 1993).

Dizin

51 Pegasi b, 41

akımlar, 153
alanlar, 149, 229, 236, 238, 244, 246, 259
  ayrıca bkz. kuantum alanlar
alfa parçacıkları, 193
Alpher, Ralph, 109
altın, 20, 145-147, 158, 165, 169-170, 172, 182, 187, 189-190
Anderson, Carl D., 226
Andromeda Gökadası, 37-39, 41-42, 43, 48, 281
anizotroplar, 328
anti-dünya, 227
anti-elektronlar (pozitronlar), 225-227, 260
anti-fotonlar, 226
anti-kuarklar, 226, 236, 237, 261
anti-kütleçekim kuvveti, 292, 324, 325, 328
  ayrıca bkz. karanlık enerji
anti-nötronlar, 226
anti-parçacıklar, 226, 236, 237, 241
antimadde, 221, 222-228, 235, 238, 283
antipotlar, 322-323, 326
antropik ilke, 347
Aspect, Alain, 211
asteroit kuşağı, 22
asteroitler, 14, 30, 86-89, 173, 231, 302-305, 337
atmosfer
  Ay'ın, 12
  Dünya'nın, 94
atom çekirdeği, 16-17, 19-20, 70-71, 159-160, 169-170, 172-173, 176-177, 182-186, 191, 195, 217, 219, 236
  bölünme, 188, 191-192, 193
  elektriksel yük, 178
atom enerjisi, 194-195
atom saatleri, 137-139
atomlar, 9, 16-20, 46, 70-73, 146-147, 155, 158-161, 169-178, 182-187, 189-190, 193, 202, 332, 338
  birleşme/kaynaşma, 17, 172, 185, 187-188, 189-190, 202, 205, 233, 246
  elektriksel yük, 159-160
  en küçük, 233
  ve nötrinolar, 192-193
  yapısı, 159-160, 165
  yüzeyini zihinde canlandırma, 164-165, 168
Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN), 176, 236
Avrupa Uzay Ajansı, 23, 89, 360
Ay, 94
  atmosfer, 12
  doğumu, 231
  Dünya'nın yörüngesindeki dönüşü, 53
  karanlık tarafı, 12
  kraterler, 12
  kütleçekim, 94
  oluşumu, 12-14
  ve Dünya'daki gelgitler, 13, 94

Balick, Bruce, 30
balistik, 242, 253
baloncuk evrenler, 329, 349
belirsizlik, 204
Bell Labs, 109
Bell, John Stewart, 211
beyaz cüceler, 289-290, 303, 304, 342
bilinç, 276
bilinmez, 256-257, 262-263
Binnig, Gerd, 164-165
birbiriyle bağlantılılık, 246
Bohr, Niels, 200
Born, Max, 200
boşluğun olmaması, 213-214
boşluklar, 229
branlar, 348, 354, 357

Brown, Robert, 30
Bruno, Giordano, 41, 97
bulutsular, 172
büyük birleşik alan, 237
Büyük Birleşik Teori, 217-218
büyük birleşim ölçeği, 340
Büyük Çöküş, 294-295
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC), 220, 236, 340
Büyük Patlama teorisi, 46, 49, 101, 104-105, 228, 229, 231, 237-240, 248, 255-256, 258, 281, 288, 315, 322, 324-325, 331, 355
  Büyük Patlama'nın zamanı, 111, 112
  çoklu Büyük Patlamalar, 327-330
  ısısı, 101, 108-110
  nedeni, 49
büyük, çok, 254-255, 257, 277, 299, 312, 316, 328, 335, 339, 353-354

Casimir etkisi, 214, 270, 310
Casimir, Hendrik, 213
Chadwick, Sir James, 182
Charon, 23
CHNOPS, 173
Choquet-Bruhat, Yvonne, 95
Curie, Marie, 189
cüce gezegenler, 23-24

çift yıldızlı sistemler, 40, 41, 120
çok hızlı dünyası, 119, 123-135, 137-142, 254, 354
çok küçüğün dünyası, 119, 142, 143-195, 199, 208, 210, 212, 214, 254-255, 257, 259-261, 262, 267-268, 270, 276, 277, 279, 295, 299, 312, 316, 328, 334-335, 339-341, 354
  ayrıca bkz. kuantum dünya
Çoklu evrenler, 10, 104, 254, 328-329, 331
  -in başlangıcı, 333-334

dalgaboyu, 64-65, 72-73, 75, 111, 269, 340
deoksiribonükleik asit (DNA), 194
dinozorlar, 10, 281
  yok oluşu, 231
Dirac, Paul, 224, 225-226, 229, 335
doğa yasaları, 63, 73, 103-104, 208-209, 210, 221, 237, 277, 334, 346-347, 351
doğanın sabitleri *bkz.* kütleçekim sabiti; Planck sabiti; ışık hızı
dondurucu ölüm hipotezi, 295, 329
"dördüncü kuvvet" *bkz.* kütleçekim
Drever, Ronald, 96
duyular, 117-118, 168
Dünya, 22, 26, 321
  atmosferi, 94
  bir karadelik olarak, 315
  ekseni, 36, 138
  evrendeki konumu, 77-78
  evrenin merkezi olarak, 49
  geçmişi, 231, 232
  gelgitler, 13, 94
  gökadadaki konumu, 281
  Güneş tarafından yok edilişi, 6-7, 9
  Güneş'in yörüngesinde dönüşü, 39, 53, 55, 56-57, 287
  katmanlar, 89-90
  keşfi, 222-223
  kozmik ufku, 103
  kurtulma hızı, 89
  kütleçekim, 17, 55, 82-84, 89-94, 138, 179, 202, 253
  merkezi, 15, 17, 28
  Samanyolu'ndaki konumu, 35-36, 36
  uzayda hareketi, 121
  üstünde yaşam, 13, 17, 173, 194-195, 195
  ve Ay'ın oluşumu, 12-14
  ve radyoaktivite, 194-195
"Dünya benzeri" gezegenler, 40-41
dünya dışı yaşam, 40-41
Dünya üstünde yaşam, 13, 17, 173, 194, 195
düşünce deneyleri, 272-275, 351

$E=mc^2$, 18, 91-92, 96, 130-131, 185, 218, 224-225, 227, 327
Eddington, Sir Arthur, 355
Einstein, Albert, 18, 60-61, 71, 76, 80, 92, 97-100, 104, 107, 108-109, 111, 200, 218, 224, 255, 257, 281, 297, 316, 345
  gedanken deneyleri, 351

genel görelilik teorisi, 93, 118-119, 199, 241, 248, 264, 265, 277-280, 284, 291, 293, 295, 298, 299, 307, 334, 355, 356, 357
hayal gücü konusunda, 352
karanlık enerji konusunda, 293-294
kuantum dünya üstüne, 164
kütleçekim konusunda, 60-61, 124, 149
özel görelilik teorisi, 125-126, 131, 133-134, 137, 138, 140, 142, 226, 248, 351
patent görevlisi, 125
ve zaman, 124-126
ekseni, Dünya'nın, 36, 138
El-Sufi, Abdurrahman, 37
elektrik akımları, 164-165
elektrik iletkenliği, 189-190
elektrik yükü, 178, 225, 259
elektromanyetik alan, 153-156, 159, 160, 162-163, 165, 167-169, 175, 182, 186, 215-217, 225, 234, 263
-ın temel parçacıkları *bkz.* elektronlar; fotonlar
negatif yükler, 155
pozitif yükler, 155
vakum, 224
ve elektronlar, 156, 162-163, 165, 167, 169, 175, 215, 225, 259
elektromanyetik kuvvet, 155, 165, 179-180, 186, 344
elektromanyetik kuvvet taşıyıcı, 344
elektromanyetik radyasyon, 64
ayrıca bkz. ışık
elektromanyetik yük, 155-156, 169, 175
elektromanyetizma, 179, 194, 201, 344
elektron mikroskoplar, 165
elektronlar, 16, 17, 19, 70, 159-163, 168-177, 181, 182, 186-187, 193-194, 202, 206, 219, 224-225, 234, 259-261, 263, 268, 283, 338
bağların bozulması, 174-175
birbiriyle özdeş olarak, 160, 162-163, 170, 172, 214-215, 259
çok enerjik, 193
dalga olarak, 171
elektriksel yük, 225, 259
görünümü, 162-165
hareketi, 160-165
ivmesi/hızı, 139, 163
kaybı, 174
konum, 163
orbitalleri, 70-72, 170-171, 175
parçacık olarak, 171
temel parçacıklar olarak, 165
ve elektrik iletimi, 189-190
ve elektromanyetik alan, 156, 162-163, 165, 167, 169, 175, 215, 225, 259
ve fotonlar, 165-167, 168
ve Pauli dışlama ilkesi, 171-172, 174, 175-177
elektrozayıf alan, 200-201, 217-218, 219-220, 236-237
eliptik yörüngeler, 56
elmas, 302-305, 312
emisyon (yayılma) spektrumu, 73
enerji
$E=mc^2$, 18, 91-92, 96, 130-131, 185, 218, 224-225, 227, 327
elektron bağların koparılmasıyla serbest kalma, 174-175
evrenin başlangıcında, 234-235, 236-239
görünür evrenin, 101
Güneş'in, 15, 17, 19, 20, 21, 64
kinetik, 87
kuanta, 263
küçük hacimde aşırı miktarda, 303, 304
parçacıklara dönüşmeye başlama, 237
Planck, 340
sonsuz, 261
ve boyutu, 340
ve elektron orbitalleri, 71-72
ve kütle/madde, 92, 93, 107, 131, 134, 135, 167, 185, 224-225, 227, 236-238
ayrıca bkz. karanlık enerji
Englert, François, 220
Everett III, Hugh, 276-277, 329, 359
evren, 62-63, 253-258
baloncuk evrenler, 328-329, 348
başlangıcı, 100-101, 112, 231-241, 255-256, 333-334
başlangıçsız olarak, 333
biçimi, 61, 92, 97

boyutsuz, 101
boyutu, 10, 40, 43-46, 101, 102, 103-107, 227, 232, 236, 238, 240, 335, 337
değişen doğası, 61, 75-78, 79-81
dokusu, 59-61, 74-78, 79-81, 87-88, 89, 91-93, 97-98, 112, 134; *ayrıca bkz.* uzay-zaman
genişlemesi, 75-78, 79-81, 99-100, 102, 104-105, 106-111, 112, 141, 231, 232-233, 238, 288, 291, 293-295, 322-326, 323-324, 327, 337
gizemi, 9
görünür, 38, 40, 43, 46, 49, 68-69, 77-78, 81, 99, 101, 102-104, 106, 108-112, 232-235, 321, 323, 335, 355-356
görünür evrenin kıyısı, 46, 102, 110, 111, 235, 321
on boyut, 345-346
opak, 46, 109-110, 234-235, 332, 356
paralel, 9-10, 257, 276-277, 348, 353
saydam, 46, 68, 102, 108, 111, 233, 235, 321, 322
sıcaklığı, 101, 108-110, 111, 233-238, 321, 322-323, 326, 327-328, 356
sonsuz evrenler, 10, 104, 254, 328-329, 331, 333-334
sonsuzluğu, 104-105
sonu, 46
şiddeti, 13, 285
ve sicim teorisi, 345-349, 353-354
yaşı, 61, 234, 240-241
evrenbilim (kozmoloji), 97-101
"evrende bilinen en hızlı cisim", 29-30
evrenin Karanlık Çağ'ı, 46-48, 78, 79, 232-233, 285
evrim, 117-118

Feynman, Richard, 200, 266, 309, 335
Fields Madalyası, 203
fosfor, 173
fotoelektrik etkisi, 71-72
fotonlar, 176, 214, 215, 234, 261, 263, 338
çok enerjik, 193-194
saçılma, 110
sanal, 155, 160, 165, 177-180, 181, 186-187, 191, 259-261
ve elektronlar, 165-167, 168
galaktik yıl, 281
Galilei, Galileo, 39-40
gama ışınları, 32, 65, 72, 193-194, 228
Gamow, George, 108-109
gazlar, 174
geçmiş, 61, 62, 78, 100, 245, 332-333, 356
-e zamanda yolculuk, 231-241, 246, 254, 256
içine bakma, 106-110, 111, 141
ve büyük patlama, 105
ve evrenin genişlemesi, 80-81, 94, 105, 106-107, 109-110
ve son saçılma yüzeyi, 102
gedanken deneyleri, 351
gelecek, 130
zamanda yolculuk, 122-123, 140-142, 204, 244-248, 305-307, 351
gelgitler, 13, 94
genel görelilik teorisi (Einstein'ın kütle-çekim teorisi), 61, 93, 118-119, 138, 140, 142, 199, 241, 248, 264, 265, 277-280, 308, 352, 354, 357
çöküşü, 257-258, 298, 299, 307, 308, 356, 357
genetik mutasyon, 194
gerçeklik
başlangıcı, 100-101
bilinemezliği, 97
denetimi, 211
görünür, 112
gözleme bağlı doğası, 210
insan tarafından algılanışı, 118-119
gezegenler, 21-22
"Dünya benzeri", 40-41
çarpışmalar, 12-14
gaz devleri, 21, 22
Güneş sistemi dışındakilerin gözlemlenmesi, 40-42
kayalık, 21-22
öte gezegenler, 41
sapanla fırlatılma o, 87-88, 89
yıldızlardan farkı, 17
yok olması, 6-7, 9
yörüngeleri, 39-40, 53, 55-58, 60, 70, 280, 281, 287, 298, 353-355, 358

ayrıca bkz. cüce gezegenler; *spesifik gezegenler*
Glashow, Sheldon Lee, 217-8, 219
gluonlar, 180-182, 183-185, 186-187, 191, 214-215, 217, 219, 221, 236-237, 261, 338
gökadalar, 26-27, 34-42, 43-46, 98-99, 102, 232, 279-280, 337
aralarındaki artan mesafe, 75-78, 79-81, 105
kümeleri, 43, 44, 98-99
merkezleri, 28, 30, 35, 36, 48
süperkümeler, 43, 44
uzaklık tahminleri, 287
ve karanlık enerji, 285-286
ve karanlık madde, 282-284, 285
ve kütleçekim, 79, 94, 355
ayrıca bkz. Andromeda Gökadası; Yerel Grup; Samanyolu
görelilik *bkz.* genel görelilik teorisi; özel görelilik teorisi
görünüm, 168
kızılötesi, 65
morötesi, 65
göz, 65, 102, 117
gözlemsel, 80
gözlemsel evrenbilim, 80
gravitonlar (kuvvet taşıyıcılar), 216, 263-264, 344
Gross, David, 180
Guth, Alan, 324
güçlü etkileşim kuantum alanı, 180, 181-183, 186, 215, 217, 220-221
güçlü nükleer kuvvet, 181, 184, 191, 236, 263
-in temel parçacıkları *bkz.* gluonlar; kuarklar
gümüş, 16, 17
Güneş, 14, 15-20, 21-24, 26, 28, 64, 280
bir karadelik olarak, 315-316
boyutu, 15
Dünya'nın onun çevresinde dönüşü, 39, 53, 55, 56-57, 287
enerjisi, 15, 17, 19, 20, 21, 64
ışığı, 68
ikinci ya da üçüncü nesil yıldız, 46
kurtulma hızı, 89
kütleçekimi, 17, 19-21, 54-56, 94, 101
merkezi, 15, 16-17, 19-20
ölümü, 5-7, 9, 15, 20, 39, 281
parlaması, 19
Samanyolu içindeki konumu, 35, 36
sıcaklığı, 16
Güneş sistemi, 24, 25, 34, 281-282
başlangıcı, 229, 356
bükülmesi, 58-61, 88-94
Güneş rüzgârları, 187
katılık, 171-172
kökeni, 197-249, 235, 276-277
merkezi, 28
Samanyolu içindeki konumu, 36
uzay, 244, 254
ve hızı, 124, 127-129, 130-134
ve Planck duvarı/dönemi, 331
ayrıca bkz. uzay-zaman

hadronlar, 220
Hafele, Joseph, 137-139
Haroche, Serge, 275-276
Hartle–Hawking evrenin dalga fonksiyonu, 333-334
Hartle, James, 331, 333-335
Haumea, 23
hava, 173-174
Hawking sıcaklığı, 312, 315
Hawking, Stephen, 40, 60, 200, 224, 245, 266, 298, 299, 307, 311-316, 317, 332-334, 339
Hawking radyasyonu, 311, 312, 313-314, 315, 316, 317
Heisenberg belirsizlik ilkesi, 270-271
Heisenberg, Walter, 270, 271
helyum, 16-18, 46, 83, 170, 193, 233-234
Her Şeyin Teorisi, 248, 256-258, 262-263, 265, 295, 313, 334, 344, 353, 357
Herman, Robert, 109
hız, 89
belirsizliği, 270
elektronların, 139, 163
göreli, 137
gözlemciye bağlı olmayan olarak, 133
kurtulma hızı, 89

ve kütle, 130, 134, 135, 140-141
ve uzay, 124, 127-129, 130-134
ve zaman, 123, 124-131, 134, 137-141
ve zamanda yolculuk, 121-123, 130, 140-142
yıldızların, 279-283, 288, 305
ayrıca bkz. ışık hızı
hiçlik, 333
hidrojen, 16-18, 20, 46, 158-159, 160, 163, 165-166, 169-170, 172-173, 178, 182, 187, 233, 234, 268
Higgs alanı (Higgs–Englert–Brout alanı), 220-221, 236-237, 337
Higgs parçacığı, 220, 237
Higgs, Peter, 220-221
Hoyle, Fred, 110
Hubble yasası, 80-81, 288, 291
Hubble, Edwin, 37, 40, 80, 287, 294
Hulse, Russell, 352
hücreler, 252

ısı, 101, 108-110, 217, 233, 234
ışık, 64-69, 176, 181-182, 193, 206, 207, 233, 321, 342
absorpsiyon (soğurma) tayfı, 73
dalga frekansı, 65
dalga olarak, 269
dalga-parçacık ikiliği, 64
dalgaboyu, 64-65, 72-73, 75, 111, 269
evrenin başlangıcında, 236
görünür, 65
ışık kirliliği, 11, 188
ilk, 46, 68
kırmızıya kayma, 73-75, 77
morötesi, 65
paket teorisi, 72
sanal incileri (sanal fotonlar), 155, 160, 165, 177-80, 181, 186-7, 191, 259-61
saptanabilen en uzak, 46, 68
saptırma, 89, 355
şiddeti (dalganın yüksekliği), 64
uzayda ilerlemesi, 88-89
ve elektromanyetik alan, 156
ve elektronlar, 71-72
ve evrene ilişkin bilgimiz, 66-69, 70
ve karadelikleri, 301, 302, 304, 307, 311, 339
ve kütleçekim, 91, 355
ve madde, 166-167, 168, 177
ve Planck ölçeği, 341
ve renk, 168
ve sicim teorisi, 344
ve son saçılma yüzeyi, 46, 48-49, 78, 102-103, 108, 110-111, 112
yıldız ışığı, 187-188
yoğun uzay-zaman içinde yol alaması, 107-108, 110, 234
zamanın/geçmişin dondurulmuş bir kaydı olarak, 66-69, 70, 106, 141, 245-246, 321
ayrıca bkz. fotonlar
ışık hızı, 18-19, 26, 67-68, 132-133, 139-141, 219, 316, 323
-nın yüzdelerinde hareket, 126-130, 132-133, 138, 140
$E = mc^2$, 18, 91-92, 96, 130-131, 185, 218, 224-225, 227, 327
evrenin ondan büyük bir hızla genişlemesi, 323-324
ondan daha büyük hızlar, 62, 323-324
ve kütle, 140

IBM, 164
iletişimler, 25, 26, 32-33, 40-41, 41-42, 66-67
inflatonlar (şişme alanının temel parçacıkları), 324-325, 327
insan, 44-45
evrim, 117-118
iyonlar, 20, 174, 193

Jüpiter, 11, 22, 39-40, 40, 41
Güneş etrafındaki yörüngesi, 55, 56-57

kanser, 194
Kant, Immanuel, 37
karadelikler, 30-33, 35-36, 48, 135, 200-201, 232, 249, 255-256, 258, 280, 290, 298-299, 333, 339, 342, 358-359
güneş kütleli, 315-316
ısısı, 311
ışıldaması, 311-312
içi, 300-317
karadelik bilgi paradoksu, 314

karadelikten fırlatılma, 31-32, 35
küçük, 316-317, 339
küçülmesi, 311
kütleçekimi, 311
kütleçekimsel etkisi, 55, 305, 307-309
ölümü, 311, 312
parçacık kaçısı/buharlaşma, 309-315, 317, 333, 334, 342, 357
Planck boyutu, 317, 339
radyasyonu, 311, 312, 313, 315, 316, 317
saçı-yok teoremi, 358-359
sıcaklığı, 311-312, 315-316
süperkütleli, 30, 255, 280, 316, 337
ufku, 302-310, 313, 314, 315
vakumu, 310
ve kütlesi, 312-313
ve sicim teorisi, 348
karanlık enerji, 285-295, 315, 328, 337, 353
karanlık madde, 279-284, 285-286, 291, 295, 315, 337, 353, 358-359
karbon, 16, 17, 18, 173
Keating, Richard, 137-139
Kepler 186f, 40-41
Kepler teleskobu, 40-41
kırmızı cüceler, 25, 40
ayrıca bkz. Proxima Centauri
kırmızı dev yıldız, 290
kırmızıya kayma, 73-75, 77, 111, 141, 288
kızılötesi ışık, 65, 75, 111
kinetik enerji, 87
konumunun belirsizliği, 270
Kopernik, 39-40, 77
kozmik dans, 37-39, 45
kozmik Karanlık Çağ, 46, 48, 78-79, 232-233, 285
kozmik mikrodalga arkaplan ışınımı, 110, 231-233, 240, 316, 321-323, 328, 356
kozmik şişme, 238
kozmik ufuk, 103
kozmogoniler, 100
kozmolojik ilke, 100, 103
birinci, 63, 73, 167
ikinci, 77-78
üçüncü, 78
kozmolojik sabit, 294
kuanta, 263-264
kuantum alan teorisi, 248, 261-265, 277, 296, 354, 356-357
kuantum alanlar, 149, 156-157, 162-165, 179-180, 186, 188, 200, 202, 206, 210-211, 213-218, 219-220, 224, 225-226, 228, 235, 241, 243, 257, 259, 261, 264, 267, 311, 324, 328, 335, 337, 338, 340, 342, 344
ayrıca bkz. elektromanyetik alan
birleşik, 217-219, 228, 248
elektrozayıf alan, 200-201, 217-218, 219-220, 236-237
fikrinin yaratılması, 224
güçlü etkileşim kuantum alanı, 180, 181-183, 186, 215, 217, 220-221
şişme alanı, 238, 323-326, 327-328, 337
ve kuantum sıçramalar/tünelleme, 162
zayıf nükleer kuantum alan, 188, 192, 215
kuantum bilgisayarlar, 275
kuantum dalga çökmesi, 269, 271, 274-275, 276
kuantum dünya, 143-195, 199-200, 203, 206-218, 254-258, 259-261, 267-278, 316, 332-333, 334, 345
ayrıca bkz. çok küçüğün dünyası
kuantum sıçramalar/tünelleme, 160-162, 308-310, 314
kuark kodesleri, 180-181, 182-185, 190-191, 193, 219, 221, 236
kuark–anti-kuark çifti, 261
kuarklar, 180-185, 186-187, 191, 193, 214, 217, 219, 236-237, 338
aşağı ve yukarı, 182-183, 191
Kuiper kuşağı, 23
kurtulma hızı, 89
kuvvet taşıyıcılar, 155, 165, 180, 182-184, 186, 188, 191-192, 218, 219, 235-236, 244
elektrozayıf alanın, 237
kütleçekimsel, 216, 263-264, 344
ayrıca bkz. W bozonları; Z bozonları
kuvvetler, 148-149, 151-156
birleşimi, 200-201
elektromanyetik, 155, 165, 179-180, 186, 344

güçlü nükleer kuvvet, 181, 184, 191, 236, 263
kütleçekim karşıtı, 200, 324, 325, 328
zayıf nükleer kuvvet, 188, 191-192, 200
kuyrukluyıldızlar, 23, 24, 282, 337
kurtulma hızı, 89
ve Dünya'da su, 17
Küresel Konumlama Sistemleri (GPS), 139-140, 352
kütle, 18-19, 185, 219-221, 229, 316, 337
$E=mc^2$, 18, 91-92, 96, 130-131, 185, 218, 224-225, 227, 327
Planck, 316, 317
ve enerji, 92, 93, 107, 131, 134, 135, 167, 185
ve hız, 130, 134, 135, 140-141
ve karadelikler, 312-313
ve kuarklar ve gluonlar, 181
ve zaman, 141
kütleçekim, 9, 11, 81, 82-94, 120, 134, 148-149, 179, 202, 215-217, 219, 244, 261, 279-280, 311, 337
Einstein'ın teorisi, 58-61
evrenin başlangıcında, 235-240, 243
Güneş'in, 17, 19-21, 54-56, 94, 101
gökadalar arasında, 43
kuvvet değil, 90, 92, 118, 149
Newton'ın evrensel kütleçekim yasası, 53-57, 60, 118, 253, 280, 281, 284, 291, 295, 298, 316, 353-354, 354-355, 357
tanımı, 56-57, 60
uzay-zamanın eğimi/bükülmesi olarak, 58-61, 88-94, 107, 118, 134, 149, 236, 239, 279-280, 282, 296-297, 305, 354
ve atomların kaynaştırılması, 185
ve karadelikler, 55, 305, 307-309
ve kuantum teorisi, 239, 240, 248, 254-258, 261, 263-265, 299, 301, 308-309, 312, 315, 316-317, 331, 333, 338-340, 341, 344, 356
ve nötrinolar, 192
ve Planck ölçeği, 341
ve sicim teorisi, 343-344, 348
ve şişme, 328
ve zaman, 138, 141
kütleçekim alanı, 215-217, 219, 263-264
temel kuanta, 263, 264
kütleçekim sabitleri, 316
kütleçekimsel dalga dedektörleri, 240, 356, 358, 359
kütleçekimsel dalgalar, 95-96, 235, 248, 290, 352, 358-359
kütlesizlik, 140-141

Lamoreaux, Steve, 214
Langevin, Paul, 125, 126, 127
Lazer Girişimölçer Kütleçekim-dalga Gözlemevi (LIGO), 96, 290, 359, 360
lazerler, 176
Lemaître, Georges, 100
LHC *bkz.* Büyük Hadron Çarpıştırıcısı
Linde, Andrei, 324

M-teorisi, 357
madde, 207, 219, 221, 236, 292, 342
bileşimi, 15-16
insanlığını onu anlayışı, 177
küçük hacimde aşırı miktarda, 297, 298-299, 303, 304, 307
Samanyolu'ndaki eksikliği, 281-282
ve enerji, 236
ve ışık, 166-167, 168, 177
ve Planck ölçeği, 341
ve sicim teorisi, 344
ve uzay-zaman, 296
ayrıca bkz. antimadde; karanlık madde
Makemake, 23
Maldacena, Juan, 348
Mars, 11, 22
Güneş etrafındaki yörüngesi, 55, 56-57
matematik, 199, 200
dili, 53
Mather, John C., 328
Mayor, Michel, 41
Merkür, 22, 147
Güneş'in etrafındaki yörüngesi, 56-58, 60, 280, 281, 298, 353-355, 358
mesafe, 229, 316
gözlemciye bağlı doğa, 133, 139
tahminler, 286-288
ve hız, 124, 127-129, 130-134, 139
metaller, 71-72

mezonlar, 184-185
mıknatıslar, 147-148, 151-156, 158-159, 168-169, 171, 176, 179, 186, 217
mikrodalgalar, 65, 72, 75, 110-111
  kozmik mikrodalga arkaplan radyasyonu, 110, 231-233, 240, 316, 321-323, 328, 356
mikroplar, 338
mikroskoplar
  elektron, 165
  taramalı tünelleme, 165
moleküller, 172-175, 178, 338
morötesi ışık, 65

NASA, 24, 25, 41, 292
Nature (dergi), 311
neon, 170
Neptün, 22-23
  Güneş'in yörüngesindeki dönüşü, 55, 56-57
New Horizon uzay aracı, 24
Newton, Isaac, 10, 53-57, 60, 82, 118, 132, 149, 224, 242, 253, 345
  Tanrı, 11
  ve Her Şeyin Teorisi, 353-354
  ve kütleçekim, 53-57, 60, 118, 253, 280, 281, 284, 291, 295, 298, 316, 353-354, 354, 358
  ve zaman, 11
nitrojen, 16, 17, 173
Nobel Ödülü - Fizik, 199
  1903, 188
  1918, 316
  1921, 71
  1932, 269
  1933, 225, 272
  1935, 182
  1936, 226
  1945, 171
  1949, 184
  1978, 110
  1979, 200
  1982, 262
  1986, 165
  1993, 352
  1999, 261
  2004, 181
  2006, 328
  2011, 292, 325
  2012, 275
  2013, 220
Nobel Ödülü - Kimya, 178, 188, 192
Nobel Ödülü, 80
nötrinolar, 192-193, 215, 219
nötron yıldızları, 290
nötronlar, 182-185, 186, 190-191, 193, 219, 221, 236, 283, 338
nükleer santraller, 195
nükleer silahlar, 195, 227

oksijen, 16, 17, 18, 19, 172, 173
okyanus tabanı, 223
olasılıklar, 211-2, 260-1, 269, 271-8, 310
  süperpozisyon, 273, 274-276, 332-333
Oort bulutu, 24, 25, 282, 283
Oort, Jan, 281-282
osmiyum, 290

Öklid, 287
ömrü, 141-142
Öpik, Ernst, 37, 40, 80
öte gezegenler, 41
özel görelilik teorisi, 125-126, 131, 133-134, 137-140, 142, 226, 248, 351

paralel evrenler, 9-10, 257, 276-277, 348, 353
paralel işlem, 275
parçacık hızlandırıcılar, 134, 218, 220, 239-240, 317, 340, 356
parçacık–anti-parçacık çift oluşumu, 225, 260-261, 310
parçacık–anti-parçacık ikilisi - yok etme, 225, 226-228, 261, 310
parçacıklar, 175-176, 205-216, 224, 241, 244, 246, 257, 259, 261, 262, 265, 267-268, 269-272, 273, 275-276, 296, 308-309, 345
  Higgs parçacığı, 220, 237
  kütle, 219-221, 224
  kütlesiz, 219
  parçacık-dalga ikiliği, 214
  sanal, 213-4
  süperpozisyon (üst üste binme), 275-6

ve Heisenberg belirsizlik ilkesi, 269-70
ve sicim teorisi, 344
ayrıca bkz. spesifik parçacıklar
Pauli dışlama ilkesi, 171-172, 174, 175-177
Pauli, Wolfgang, 171-172, 174, 192
Penrose, Roger, 297, 299, 307
Penzias, Arno, 109-110
Perlmutter, Saul, 291-292, 293, 295, 325
PET *bkz.* Pozitron Emisyon Tomografisi

Philae uzay aracı, 23, 89
Planck duvarı/dönemi, 239, 240, 249, 254, 256-257, 258, 316, 331-333, 335, 338
Planck enerjisi, 340
Planck kütlesi, 316-317
Planck ölçeği, 255, 333, 338-341, 343
Planck sabiti, 316
Planck uzunluğu, 255, 316-317, 332, 340-341
Planck zamanı, 316-317
Planck, Max, 316-317
Platon, 199
plazma, 19, 31
Plüton, 23-24
plütonyum, 147, 190-191, 193
plütonyum-239, 190-191
Politzer, David, 181
polonyum, 193
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), 227
pozitronlar (anti-elektronlar), 225-6, 260
protonlar, 178-186, 190, 193, 219-221, 236, 283, 338
çarpışma, 220
Proxima Centauri (kırmızı cüce yıldız), 24, 25-27, 34, 40, 282, 290
merkezi, 26

Queloz, Didier, 41

radyasyon
elektromanyetik, 64
karadelik/Hawking, 311, 312, 313-314, 315, 316, 317
kozmik mikrodalga arkaplanı, 110, 231-233, 240, 316, 321-323, 328, 356
radyo dalgaları, 65, 111
radyoaktif bozunma, 192, 193, 202, 215, 227, 272-273
radyoaktif yanıklar, 193
radyoaktivite, 188, 192, 193-5, 217
radyum, 193

Rees, Sir Martin (Ludlow Baronu Rees), 58
Reines, Frederick, 192
renk, 168
renormalizasyon (sonsuzlukların ortadan kaldırılması), 262-263, 264, 338
Riess, Adam, 291-292, 293, 295, 325
Rohrer, Heinrich, 164-165
Roma, 40
Rosetta uzay aracı, 23
Ruska, Ernst, 165
Rutherford, Ernest, 178-179, 182

S2 (Source 2), 29-31, 280-281
saçı-yok teoremi *bkz.* karadelikler
Sagan, Carl, 40
Sagittarius A* (süper kütleli karadelik), 30, 280
Salam, Abdus, 201, 217-219
Samanyolu, 11, 26-27, 31-44, 46, 48, 80, 99, 102, 188, 279-282, 284, 289
Andromeda ile çarpışma, 39, 281
bükülmesi, 94
karadeliği, 300
kozmik dans, 37-39
kütleçekim alanı, 94
uzaklık tahminleri, 287
Satürn, 22
Güneş'in etrafındaki yörüngesi, 55, 56-57
Schmidt, Brian, 291-292, 294, 325
Schrödinger, Erwin, 272, 351
Schrödinger'in kedisi, 257, 272-275, 276, 327, 351
Schwarzschild, Karl, 355
Sefeler (yıldızlar), 287-288, 291
sıfır zamanı, 331
sınırsızlık önerisi, 333
sıvılar, 174
sicim teorisi, 203, 256, 329, 342-9, 353, 354, 357
Smoot, George F., 328

soğuk ölüm hipotezi, 294, 329
soğurma çizgileri, 73
soğurma tayfı, 73
solucan delikleri, 352
son saçılma yüzeyi, 46, 48-49, 78, 102-103, 108, 110-112, 231, 239, 240, 321, 356
  ısısı, 110
  ve Planck duvarı, 331
sonsuz şişme, 328-329, 331, 335, 346-347
sonsuzluklar (kuantum olmayan), tekillikler, 297-299
sonsuzluklar (kuantum), 209, 259-266, 267, 269, 271-278, 296, 310, 327-328, 338, 344
  renormalizasyon (aradan çıkarma), 262-263, 264, 338
Starobinsky, Alexei, 324
su, 172-173, 178
  Dünya'da, 173
  sıvı, 26
sülfür, 173
süpernova, tip Ia, 290-291

şişme alanı, 238, 323-326, 327-328, 337
şişme dönemi/çağı, 323-324, 325-326, 327, 331, 335, 338, 346-347, 348
şişme, sonsuz, 328-329, 331, 335, 346-347

't Hooft, Gerard, 262, 264
tanrılar, 11, 241-242
taramalı tünelleme mikroskobu, 165
tayf (spektrum), 73
Taylor, Joseph, 352
tekillikler, 296-299, 307, 311, 348
teleskoplar, 73, 106, 108
  kütleçekimsel dalga, 240, 290, 355
  morötesi ışık, 30
temel parçacıklar, 165, 180, 214-6, 218, 220, 234-5, 241, 263, 264, 308, 311, 314
  ayrıca bkz. elektronlar; gluonlar; fotonlar; kuarklar
  gravitonlar, 216, 263-264, 344
  nötrinolar, 192-193, 215, 219
  şişme alanının (inflatonlar), 324-5, 327
teorik fizik, 53, 199, 203, 216, 239, 266, 348, 351, 353
termonükleer füzyon reaksiyonları, 16-20, 158, 184-185, 187-188, 219, 233, 290
Thorne, Kip, 96, 359

ufuklar
  karadelik, 302-310, 313, 314
  kozmik, 103
Uluslararası Uzay İstasyonu, 129
Uranüs, 22
  Güneş'in yörüngesi, 55, 56-57
uranyum, 193
uydular, 89, 140, 173, 222, 292
"uzaktan etki", 148, 155, 168
uzay, 151-152
uzay-zaman, 93-101, 112, 134, 138-140, 202, 244, 261, 263, 264, 299, 345
  -ın içinde ışığın hareketi, 102
  -ın temel paketleri, 264-265
  başlangıcının ötesine yolculuk, 249
  bükülmesi, 93-94, 118, 134, 139, 149, 257-258, 297
  dalgaları, 290-291
  değişen/evrilen doğası, 293
  doğumu, 111
  evrenin dokusu olarak, 93
  gelişimi, 107, 108, 111
  ışık hızından hızlı genişlemesi, 323-324, 327
  karadelik içinde bozulması, 302, 311
  son saçılma yüzeyinin ötesinde, 111
  tamamen yokluğu, 101
  ve Büyük Patlama teorisi, 101
  ve karadelikler, 255
  ve solucan delikleri, 352
  ve son saçılma *yüzeyi*, 102
  yaşı, 240
  yok olması, 297-299
uzayda yolculuk, 62, 188, 192-193
uzunluk, 316
  büzüşme, 127-129, 130, 131-133
  gözlemciye bağlı doğası, 131, 136
  Planck, 255, 316-317, 332, 340-341
  ve hız, 124, 127-129, 130-134, 136

vakum, 203-204, 211-216, 224, 228, 250, 261, 264, 266, 342, 344
  farklı türleri, 214, 216

karadelikler, 310
kuantum dalgalanmalar, 261
kuvveti, 214
şişme alanının, 324, 325, 328
Veltman, Martinus, 262, 264
Venüs, 11, 22, 40, 41
Güneş'in etrafındaki yörüngesi, 55, 56-57
Voyager 2 uzay sondası, 25

W bozonları, 192, 218, 237
Weinberg, Steven, 201, 217-8, 219
Weiss, Rainer, 96
Wheeler, John Archibald, 276, 359
Wilczek, Frank, 180
Wilkinson Microwave Anisotrophy Probe (WMAP), 292
Wilson, Kenneth Gedđes, 262, 264
Wilson, Robert, 109-110
Wineland, David J., 275-276
Witten, Edward, 203, 211
Wright, Thomas, 37, 38

X-ışınları, 32, 65

Yaşanabilir Bölge, 26
yaşlanma, 141
Yerel Grup (gökada grubu), 43, 48, 94
yıldız doğumevleri, 28
yıldız mezarları, 28
yıldızlar, 11, 26, 28-29, 34-36, 45-46, 48, 187-188, 236, 337, 342
-a uzay yolculuğu, 231
atom oluşumu, 17, 187-188, 189, 190, 202, 219, 233
beyaz cüceler, 289-290, 303, 304, 342
çarpışmalar, 39
enerji, 18, 19
geçmişteki ışığı, 106
gezegenlerden farkı, 17
hız, 279-283, 288, 305
ikili yıldız sistemleri, 40, 41, 120
ikinci nesil, 18, 46
ilk kuşak, 46
insan gözüne görünürlüğü, 11
kırmızı cüceler, 24, 25-27, 34, 40, 282
kırmızı devler, 290
konumu, 279-280
kütleçekim, 94, 188, 354
merkezi, 18
nötron, 290
oluşumu, 172, 185, 246
ölü, 66-68
ölümü, 5-7, 9, 17, 18, 30-32, 172, 187, 189, 190, 232, 299, 302, 303, 315
parlaması, 19, 185, 219, 303
Sefe yıldızları, 287-288, 291
süpernovalar, 45
üçüncü nesil, 18, 46
ve dış uzay-zamanın geometrisi, 355
ve ömrü, 26
ayrıca bkz. Güneş
yok oluş, 10-11, 65
yok oluş olayları, 13, 231
Yukawa, Hideki, 184

Z bozonları, 192, 218, 237
zaman, 229, 244, 254, 316
başlangıcı, 197-249, 235, 276-277, 356
bükülmesi, 93
donması, 141
evrensel, 124, 131, 138, 140
gözlemciye bağlı doğası, 133, 139, 141
hayali, 333-334
Newtonyen kavrayış, 11
Planck zamanı, 316, 317
ve hız, 123, 124-131, 134, 137-141
ve kütle, 141
ve Planck duvarı/dönemi, 331
zaman genleşmesi, 126, 131, 137-138
zamanda yolculuk, 121-123, 130, 140-142
geçmişe, 231-241, 246, 254, 256
geleceğe, 122-123, 140-142, 204, 244-248, 305-307, 351
zayıf nükleer kuantum alan, 188, 192, 215
zayıf nükleer kuvvet, 188, 191-192, 200
Zwicky, Fritz, 283

"Bu kitabın iki vaadi var: sadece tek bir denklem kullanmak ($E=mc^2$) ve hiçbir okuru geride bırakmamak. Üç yüz seksen sayfa ve beş milyar yıllık göz alıcı bir yolculuk."

Alexander Masters - The Spectator

Evrende yalnız değiliz.

Evrene yapacağımız bu yolculukta da.

Kumsalda yatmış gökyüzünü seyrederken biri elimizden tutuveriyor ve bizi muazzam bir yolculuğa çıkarıyor; karadeliklere, en uzak galaksilere ve kâinatın başlangıcına götürüyor.

Bir atomun çekirdeğine dalıyor, zamanda yolculuk ediyor, Güneş'in içine giriyoruz. *Dokunuyoruz.*

Christophe Galfard, evreni avucumuza bırakıyor.

Fransa'da yılın bilim kitabı seçildikten sonra 20 dile çevrilen EVREN AVUCUNDA kısa sürede bir popüler bilim klasiğine dönüştü. Gezegemizin en özel bilim anlatıcılarından Christophe Galfard — ki kendisi Stephen Hawking'in öğrencisi — denklemler yerine hayal gücümüzden faydalanarak bizleri kelimenin gerçek anlamıyla "bambaşka dünyalara" götürüyor.

THG 875410 GNV

domingo
www.domingo.com.tr

ISBN: 978-605-1980-02-7
27 TL